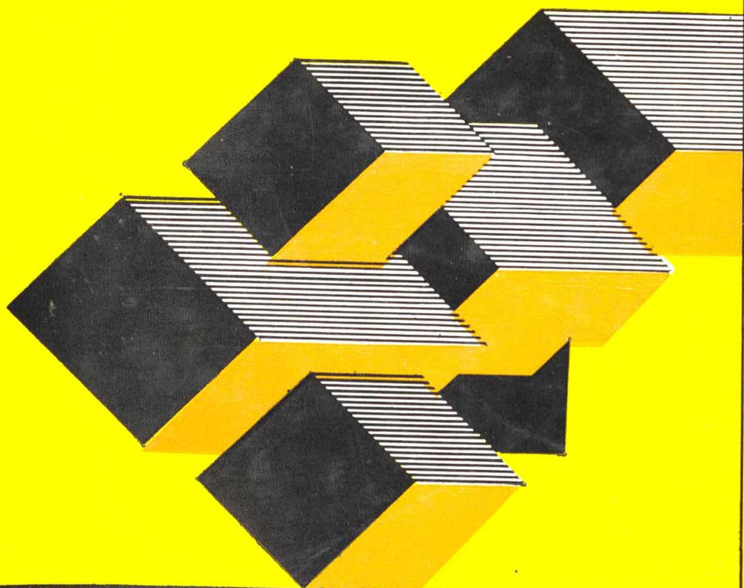
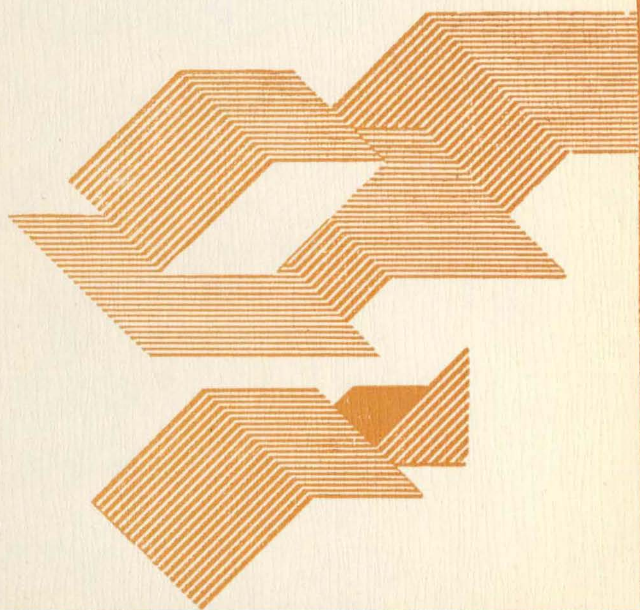
Ihor Lemnij

fenomenul TEHNIC

Editura științifică și enciclopedică



Eseurile pe teme de progres tehnic în raporturile sale cu economia, care formează cuprinsul acestei cărţi, sînt rod al unui studiu de mulţi ani întreprins de autor în căutarea de răspunsuri la numeroasele probleme pe care le pune lumii noastre dezvoltarea tehnicii în decursul evoluţiei societăţii umane.



FENOMENUL TEHNIC

COPERTA ȘI SUPRACOPERTA:
Arhitect Const. Gheorghiu-Enescu

IHOR LEMNIJ

FENOMENUL TEHNIC

Eseuri despre tehnică în raporturile ei cu economia

EDITURA ŞTIINŢIFICĂ ŞI ENCICLOPEDICĂ, BUCUREŞTI, 1976

Redactor: **Dorina Bădilă**
Tehnoredactor: **Mircea Nasta**

Coli de tipar: 14 Tirajul: 4900 ex.
Bun de tipar: 6. XII. 1976

C. 389 — I. P. Informaţia
Str. Brezoianu nr. 23 — 25 — Bucureşti



„Partidul pornește în mod constant de la considerentul că știința constituie factorul primordial al progresului contemporan, că societatea socialistă multilateral dezvoltată și comunismul nu pot fi edificate decît pe baza celor mai înaintate cuceriri ale științei și tehnicii“.

PROGRAMUL PARTIDULUI COMUNIST ROMÂN DE FĂURIRE A SOCIETĂȚII SOCIALISTE MULTILATERAL DEZVOLTATE ȘI ÎNAINTARE A ROMÂNIEI SPRE COMUNISM.

Introducere

Preocupările pentru problemele filozofice, sociale și economice ale tehnicii și ale progresului tehnic nu sînt noi. Se menționează adeseori unele scrieri ample din epoca renașterii. Preocuparea pentru aspectele economice ale tehnicii este și ea de dată veche. Lucrările economiștilor englezi din secolul al XVIII-lea și începutul secolului al XIX-lea conțin observații interesante despre mașini și despre tehnică. Diviziunea socială a muncii studiată atent de Adam Smith este un fenomen fără îndoială și economic, și social, și psihologic, dar și tehnologic.

Dacă adunăm observațiile pătrunzătoare ale lui Karl Marx cu privire la tehnică, analizele sale parțiale, considerațiile lui Friederich Engels observăm că întemeietorii socialismului științific au avut o concepție închegată despre fenomenul tehnic, despre tendințele și regularitățile care se desprind din funcționarea forțelor de producție, a sistemului tehnologic al societății. Mai mult decît atît, se pot găsi în opera lui Marx intuiții anticipative care s-au dovedit exacte cu privire la evoluția viitoare a tehnicii. Din păcate, pînă în prezent ideile lui Marx și Engels cu privire la tehnică, de mare importanță pentru actualitate, nu au găsit încă cercetătorul care să le prezinte într-un mod sistematizat și raportat la prezentul nostru tehnologic.

În ultimele două decenii și mai bine, prin numeroase calcule statistice, economiștii au constatat că pentru țările cu industrializare veche creșterea economică sau mai precis sporurile de productivitate a muncii sociale și sporu-

rile de producţie şi de venit nu pot fi explicate în întregime prin creşterea resurselor umane şi materiale antrenate în producţie. Noutatea acestei observaţii de principiu constă în cuantificarea fenomenului, căci unii economişti clasici burghezi au fost conştienţi de faptul că în producţie nu acţionează un capital abstract şi nici forţa de muncă pur şi simplu. Capitalul este doar un numitor comun exprimat în termeni băneşti care mijloceşte un raport social fundamental pentru societatea capitalistă, dar care se înfăţişează sub forma unui număr şi a unei varietăţi imense de maşini, instalaţii, clădiri şi alte construcţii. Forţa de muncă, noţiune abstractă şi ea, este un numitor comun pentru un număr mare de oameni grupaţi în diferite profesii, avînd anumite feluri de pregătire educaţională, purtînd anumite deprinderi, o anumită experienţă etc. Toate acestea se manifestă în personalităţi umane concrete, înzestrate cu o viaţă spirituală care conferă aptitudinilor fiecărui om o personalitate, susceptibilă de a evolua prin învăţare către măiestrie în activitatea individuală şi colectivă.

La rîndul lor, mijloacele de producţie, maşinile nu sînt date odată pentru totdeauna, ci se perfecţionează de la o generaţie la alta, devenind din ce în ce mai productive, producînd mai eficient obiecte — mijloace de producţie şi bunuri de consum — mereu noi.

În orînduirea capitalistă, toate aceste procese sociale au loc în cadrul contradicţiilor proprii acesteia, în special a contradicţiei fundamentale a capitalismului, aceea dintre muncă şi capital. Capitalul, capitaliştii au intuit foarte curînd că exploatarea forţei de muncă în sensul cel mai restrîns, a forţei musculare — nu este suficientă pentru reproducţia lărgită a capitalului în sens fizic şi, ca atare, nici pentru perpetuarea capitalului ca relaţie socială. Clasa capitalistă a învăţat să exploateze nu numai factorii materiali ai producţiei, ci şi acei factori — generatori de informaţie — care duc la creşterea eficienţei procesului de exploatare. Alături de clasa muncitoare, grupul social supus unei exploatări intense a fost cel al inventatorilor şi oamenilor de ştiinţă. Aceştia, mînaţi de ambiţii sau de alte mobiluri, depuneau şi depun eforturi intelectuale şi materiale neobişnuite pentru a realiza informaţia

nouă. Dată fiind slăbiciunea inerentă a acestui grup social restrîns, el era spoliat de realizările sale, informaţia încorporată în noile mijloace de producţie sporea puternic forţa productivă a capitalului, asigura reproducţia lărgită a acestuia pe o bază calitativă nouă, în fiecare generaţie de maşini. Luptei concurenţiale nemiloase îi cădeau victimă şi capitaliştii pionieri ai noilor producţii. Este bine cunoscută remarca lui Marx care observase că roadele experimentării la scara industrială a sistemelor tehnice noi erau culese nu de capitaliştii pionieri, ci de alţii care, călcînd peste ruinele întreprinderilor de avangardă, foloseau şi ideile preluate de la aceştia şi experienţa riscului asumat şi a greşelilor comise; dispunînd de un potenţial economic mai mare, puteau să lanseze produsele noi pe baza unei strategii mai bine gîndite.

La rîndul ei, clasa muncitoare a înţeles şi ea, după o scurtă perioadă de opoziţie spontană, că roadele progresului tehnic îi confereau potenţialmente avantaje pe care putea să le obţină printr-o luptă din ce în ce mai bine organizată pentru a smulge o parte cît mai mare din venitul care i se cuvenea ca principal factor de producţie. Aşa s-a întmplat că, datorită luptei economice, în ciuda exploatării, nivelul de trai al clasei muncitoare a putut să crească, chiar în condiţiile unei rate a plusvalorii constante sau chiar crescînde.

Toate acestea fuseseră, desigur, observate, dar economiştii nu le-au acordat prea mare importanţă. Economiştii burghezi erau preocupaţi de problemele acute ale zilelor lor : analiza crizelor, a caracterului ciclic al dezvoltării economice şi problema echilibrului. Multe decenii, economiştii burghezi au trebuit să caute mijloace de intervenţie în economie, care să suplimenteze deficitul de capacitate de reglare automată a economiei. Chiar experienţa zilelor pe care le trăim dovedeşte că asemenea mijloace în măsură să prevină integral dezechilibrele nu au putut fi inventate. În orice caz, preocuparea pentru criză şi dezechilibru a făcut să se neglijeze cu desăvîrşire factorul principal al creşterii calitative a economiei.

Pe de altă parte, economiştii clasei muncitoare erau absorbiţi de analiza contradicţiilor capitalismului, de identificarea fenomenelor noi care apăreau, de modul de

funcţionare a sistemului capitalist şi de activitatea politică. După Marx, a cărui minte cuprinzătoare a izbutit să surprindă, pe lîngă analiza adîncă a mecanismului de funcţionare a capitalismului, şi fenomenele dinlăuntrul sistemului forţelor de producţie şi să identifice tendinţe de dezvoltare pe termen lung a acestora, care se verifică în zilele noastre, economiştii marxişti nu s-au mai oprit în suficientă măsură la aceste din urmă aspecte sesizate de Marx. Unele consecinţe economico-sociale ale transformărilor forţelor de producţie din a doua jumătate a secolului al XIX-lea şi din prima jumătate a secolului al XX-lea au rămas neanalizate şi nici măcar mai amplu comentate[1].

Abia în a doua jumătate a deceniului al 6-lea al secolului nostru, economiştii marxişti au început să analizeze din ce în ce mai profund fenomenele revoluţiei ştiinţifice şi tehnice şi ale progresului tehnic în general. Economiştii marxişti din ţările capitaliste erau împinşi spre această preocupare de necesitatea de a analiza fenomene noi care schimbau întreaga situaţie economică, politică şi socială şi de a trage concluzii pentru lupta politică curentă a partidelor comuniste şi muncitoreşti.

În ţările socialiste, necesitatea imperioasă de a studia fenomenele era determinată de necesitatea de a asigura, împreună cu creşterea cantitativă a forţelor de producţie, şi dezvoltarea lor calitativă, întrucît, pe de o parte, fără progres tehnic nu poate avea loc nici măcar o creştere cantitativă susţinută, iar, pe de altă parte, creşterea cantitativă generează continuu nevoia de produse şi servicii noi.

În România socialistă, începînd cu Congresul al IX-lea al Partidului Comunist Român, preocuparea pentru problemele progresului tehnic a fost mereu în centrul atenţiei în activitatea teoretică şi practică. În documentele de partid, în cuvîntările tovarăşului Nicolae Ceauşescu

---

[1] O excepţie este lucrarea lui Karl Kautsky, ,,Concepţia materialistă asupra istoriei'', în care, în mod firesc, se acordă o mare atenţie unor probleme ale progresului tehnic, actuale şi astăzi. Deşi masiva lucrare prezintă un mare interes, ea a fost în întregime dată uitării. (KARL KAUTSKY, *Die materialistische Geschichtsauffassung*. 2 vol. J.H.W. Dietz Nachf., Berlin, 1927.)

este în permanență prezentă, sub diferite aspecte, grija pentru a asigura ca investițiile de mari proporții, devenite posibile datorită ratei înalte de acumulare și dimensiunilor relativ mari ale fondului de dezvoltare economico-socială, să fie realizate la un nivel tehnic cît mai înalt. Astfel, Programul partidului prevede: „o atenție deosebită se va acorda modernizării tuturor ramurilor economiei naționale, dotării lor cu tehnica cea mai modernă; volumul principal al investițiilor în industrie va fi îndreptat în direcția mecanizării și automatizării proceselor de producție"[2]. Aceasta implică o atenție cotidiană pentru dezvoltarea științei și asigurării unor legături organice dintre știință și producție, precum și racordarea acestora la învățămînt, care dispune și el de un mare potențial de cercetare. Învățămîntul are însă și un rol de-sine-stătător, acela de a pregăti tineretul pentru o producție ale cărei condiții calitative se schimbă continuu.

Această preocupare continuă și-a găsit expresia cea mai concentrată în Programul Partidului Comunist Român de construire a societății socialiste multilateral dezvoltate și de înaintare a României spre comunism.

În cei zece ani care au trecut de la Congresul al IX-lea, analiza problemelor progresului tehnic s-a adîncit continuu, de la încercări de conturare a caracteristicilor esențiale ale fazei actuale a progresului tehnic, care a primit denumirea de revoluție științifică și tehnică, la analize din ce în ce mai profunde. Numărul celor care au contribuit la acest efort este mai mare decît al autorilor care au publicat cărți sau chiar studii în reviste. Dezbaterile pe această temă au pus în contact pe cercetătorii teoretici cu reprezentanți ai practicii, ceea ce a dus la o fertilizare reciprocă a gîndirii.

Desigur, nu se poate spune că studiul fenomenului progres tehnic a fost suficient. Dincolo de faptul că fenomenul studiat are un caracter istoric, el evoluînd odată cu studierea și probabil mai repede decît efortul de analiză, complexitatea lui nu a permis economiștilor să-l apro-

---

[2]) *Programul Partidului Comunist Român de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism*, Editura politică, București, 1975, p. 81.

fundeze suficient, în ciuda nevoilor practicii în care nici o măsură economică nu poate fi luată fără a se ţine seama de progresul tehnic actual şi de cursul lui probabil în viitor. Faptul că numărul de cercetări pe tema progresului tehnic a crescut este cît se poate de îmbucurător şi răspunde tot mai mult nevoilor, dar noile probleme care s-au situat pe primul plan al atenţiei — necesitatea de a apăra mediul înconjurător şi de a reduce consumul de substanţe din acest mediu în condiţiile unei industrializări rapide — vor cere noi şi noi eforturi de gîndire, noi studii metodologice, o nouă cuprindere şi ordonare a faptelor.

Trebuie să ţinem seama de împrejurarea că aparatajul metodologic elaborat de ştiinţa economică s-a format în condiţiile schiţate mai sus. Vorbind în termenii economiei politice, întregul instrumentar metodologic al ştiinţei economice este aşezat pe conceptul de valoare, care reduce la un numitor comun marea varietate de fenomene care au loc în economia de producţie, în cercetare, în repartiţie, circulaţie şi consum. În această viziune metodologică progresul tehnic apare ca un agregat amorf denumit productivitatea muncii sau, mai în general, productivitatea integrală a factorilor care reflectă surplusul obţinut peste cantitatea de factori de la intrarea sistemului economic. Exprimarea valorică a acestui surplus estompează caracterul specific al proceselor care alcătuiesc progresul tehnic, îngreunează înţelegerea mai profundă a fenomenelor care duc la apariţia acestui surplus şi nu ajută practica de a manipula factorii care determină apariţia acestuia.

Desigur, ştiinţele inginereşti se ocupă de o mare parte din fenomenele care duc la progresul tehnic, dar au unele limite şi anume ele nu se ocupă decît de aspectele materiale ale producţiei, în timp ce progresul tehnic este un fenomen economico-social, iar, pe de altă parte, ştiinţele inginereşti sînt specializate şi fărîmiţate, astfel încît, de obicei, inginerii nu au şi nu pot avea o viziune generală integratoare asupra unei evoluţii la care ei participă şi ai cărei promotori sînt, dar ca elemente ale unui sistem social economic larg.

Progresul tehnic acţionează în mod nemijlocit asupra valorilor de întrebuinţare, asupra utilităţii obiectelor care se vehiculează în circuitele economice. Inventatorii, inginerii, cercetătorii, muncitorii acţionează în sensul creării acestei utilităţi. Dar teoria utilităţii a fost creată şi dezvoltată de economişti. Tot astfel ni se pare că evoluţia în timp a valorilor de întrebuinţare, evoluţie în timp care duce la potenţarea forţelor de producţie, trebuie cercetată şi de economişti, desigur în dialog şi în cooperare cu reprezentanţii altor ştiinţe — sociale şi inginereşti.

Unul dintre economiştii care au studiat statistic creşterea pe termen lung a economiei Statelor Unite, cu ajutorul binecunoscutei formule care poartă denumirea de „funcţie de producţie", a pus în evidenţă surplusul de care am vorbit mai sus sub forma unui reziduu. Formula se prezintă astfel :

$$y = \alpha k + \beta l + \lambda$$

sau

$$\lambda = y - \alpha k - \beta l$$

în care λ este surplusul a cărui creare nu poate fi explicată prin acţiunea factorilor „clasici", y — creşterea procentuală a venitului naţional, k — creşterea procentuală a capitalului, l — creşterea procentuală a cantităţii de muncă utilizate în producţie, α şi β — coeficienţi de ponderare a contribuţiei celor doi factori de creştere a venitului naţional. Desigur, nu e locul să discutăm aici aspectele metodologice ale acestei funcţii. Factorul λ a fost denumit „măsură a ignoranţei" în ceea ce priveşte procesul de creştere economică. Desigur, această ignoranţă poate fi înţeleasă în diferite moduri şi nu ştim cum a înţeles-o Moses Abramovitz, autorul acestei calificări. Desigur, dacă dorim să punem în evidenţă mecanismul de formare a reziduului, o formulă atît de simplă nu ne va fi de folos. Economia este un sistem mare, în sensul că ea cuprinde un număr mare de elemente şi conexiuni. Nu putem studia fiecare element şi fiecare conexiune în parte, ci va trebui să operăm cu agregate mai mari pentru a ne apropia de cunoaşterea fenomenului. În această carte ne propunem să descifrăm

parţial, pe bază de ipoteze plauzibile, în parte confirmate printr-o evidenţă statistică fragmentară, în parte prin practica tehnologică, acest „reziduu" care este tratat în numeroase studii. Complexitatea fenomenului tehnologic, a sistemului forţelor de producţie care este un subsistem al economiei naţionale cere studii şi strădanii îndelungate. În orice caz, ceea ce se poate spune din capul locului este că creşterea economică nu poate fi explicată numai cantitativ, căci ea însăşi nu este numai cantitativă. Studiile cantitative, practicate cu mare asiduitate în zilele noastre, au adus cu ele progrese substanţiale în cunoaşterea funcţionării economiilor. Un asemenea progres poate fi considerat chiar numai punerea în evidenţă a propriilor lor limite, aşa cum am văzut cu ajutorul exemplului simplu al funcţiilor de producţie.

S-ar putea ca cineva să obiecteze că deficienţa este tocmai a acestui tip de model economic. Ei bine, nu : nici un fel de procedeu statistic, fie el simplu sau complex, nu poate surprinde în întregime fenomenul subtil şi complex care este progresul tehnic. Dificultatea începe de la unul din procedeele statistice cele mai elementare — gruparea statistică. În cercetarea fenomenelor economice avantajul grupării ar consta în constanţa ei, în stabilitatea clasificărilor. Dar progresul tehnic desfide orice clasificare : o parte din produsele noi refuză să se încadreze într-o clasificare sau alta. De aceea, în multe serii statistice pe ramuri şi subramuri din multe ţări, constatăm că grupa „alte produse ale ramurii x" creşte, de obicei, mai repede decît producţia medie a ramurii. Produsele noi n-au putut fi clasificate în perioada iniţială pur şi simplu pentru că atunci nu erau cunoscute.

Această dificultate de principiu care apare la acest nivel elementar se repercutează asupra tuturor modelelor economice, indiferent de gradul lor de complexitate. Orice model trebuie să se bazeze pe o secţionare a fenomenului studiat şi, ca atare, pe o grupare statistică sau alta. De aici provine dificultatea de principiu a studierii economiei pe termen lung cu ajutorul metodelor pur cantitative.

Aceasta nu înseamnă însă că modelele cantitative nu ne ajută la studierea elementelor procesului de creştere. Însăşi atestarea cantitativă a unui reziduu inexplicabil în termeni obişnuiţi trebuie considerată ca o realizare de

principiu a științei economice : ea ne atrage atenția în mod imperativ asupra nevoii de a studia și fenomenele calitative. Balanța legăturilor dintre ramuri nu surprinde toate produsele noi care apar, pentru că acestea se strecoară prin sau printre agregatele statistice cu care operează acest instrument de studiu : ochiurile năvodului sînt prea largi pentru a prinde toți peștii. Dar studiul comparativ al balanțelor legăturilor dintre ramuri întocmite la anumite intervale, așa cum a procedat recent Ann Carter, relevă modificări de detaliu și de ansamblu foarte importante pentru înțelegerea apariției reziduului : reducerea consumului specific la multe produse intermediare, creșterea în ansamblu a ponderii producției intermediare în producția totală, apariția unor noi ramuri și subramuri, accentuarea specializării producției etc.

Experiența dovedește că studiul cantitativ și cel calitativ al creșterii economice sînt complementare și că discuțiile „pro sau contra" partizane cercetărilor calitative sau cantitative nu sînt lucrul cel mai important. Ele consumă în zadar energie și ne întîrzie în înțelegerea fenomenelor. Consecințele practice sînt evidente : asemenea atitudini fie că absolutizează valoarea instrumentului matematic, fie că neagă sau diminuează valoarea lui, reduce eficiența acțiunii.

Locul confruntărilor metodologice sterile ar trebui să-l ia, și în țara noastră îl și ia de fapt, cooperarea și crearea punților de legătură între practicanții diferitelor procedee de investigație științifică. Desigur, aceasta presupune crearea unor punți de comunicare, lucru ce nu este întotdeauna ușor.

În încheierea acestei introduceri, vom zăbovi asupra actualității unora dintre conceptele de bază ale teoriei materialismului istoric, acela de forțe de producție. Se știe că în studiile cantitative se operează cu noțiuni precum „cantitatea de fonduri", „necesarul forței de muncă" etc. Investigîndu-se, de pildă, acțiunea învățămîntului asupra creșterii calității forței de muncă, se constată o eficiență de-a dreptul miraculoasă a acestei ramuri de activitate socială și economică. La o concluzie asemănă-

toare se ajunge atunci cînd se analizează acţiunea cercetării şi dezvoltării tehnologice asupra fondurilor. Caracterul unilateral al unor asemenea calcule este evident pentru oricine şi mai ales pentru economistul expert. Desigur că atribuirea unor părţi din sporul de venit naţional unor factori de acţiune calitativă cum este ştiinţa, cercetarea şi învăţămîntul este o direcţie de studiu a cărei utilitate nu poate fi contestată, deşi metodele sînt foarte discutabile. Este adevărat că cercetarea presupune analiză, secţionare, dar secţionările, atunci cînd operează cu cantităţi, cer precizie, iar precizia necesită o motivare.

Este limpede că din punct de vedere calitativ, procesul de creştere economică are loc prin unitatea dialectică a acţiunii unor factori diferiţi. O populaţie de doctori în ştiinţe lipsită de maşini şi de meşterii care muncesc la acestea nu va fi mult mai productivă decît o societate de analfabeţi, dacă uneltele şi ale unora şi ale celorlalţi vor fi primitive. Pe de altă parte, într-o industrie modernă există maşini complexe care nu pot fi create şi dezvoltate fără a fi supuse acţiunii complexului subsistem al cercetării şi dezvoltării care cuprinde un spectru larg de activităţi, de la cercetarea fundamentală pînă la producţia propriu-zisă. Un anumit nivel al învăţămîntului şi o anumită structură presupun un anumit nivel al fondurilor fixe şi o anumită structură a acestora.

Din acest punct de vedere, conceptul marxist de forţe de producţie, care exprimă unitatea şi interacţiunea dialectică dintre ştiinţă, forţă de muncă, mijloacele de producţie şi natură, este cel mai adecvat studiului calitativ al procesului de creştere economică. El pune pe primul plan unitatea dintre elementele sale componente, funcţionarea lor în interacţiune, unitatea unei structuri complexe, cuprinzînd atît elementul uman hotărîtor pentru producţie, cît şi elementul material, ambele alimentate de producţia spirituală.

Conceptul de forţe de producţie ne permite să vedem prin studii adîncite subtila diviziune a muncii din economia modernă, integrată prin liantul ei principal care este informaţia, circulînd între diferitele compartimente ale procesului reproducţiei lărgite. El ne oferă posibilitatea

să observăm unitatea dintre cantitativ şi calitativ in însăşi creşterea forţelor de producţie. Conceptul de forţe de producţie mai are şi avantajul de a permite o interpretare aprofundată a diferitelor calcule care s-au făcut în literatura internaţională, calcule care pun în evidenţă rolul unui factor sau al altuia în creşterea economică sau eficienţa separată a unora sau altora dintre aceştia.

Dat fiind că astăzi s-a ajuns să se recunoască în mod unanim faptul că creşterea economică nu depinde numai de şi nu poate fi efectul decisiv numai al numărului de forţe de muncă şi al capacităţii totale a maşinilor, s-au făcut încercări de a se atribui sporul producţiei peste cel datorat sporului de forţe de muncă şi de capital sau de fonduri, celorlalţi factori calitativi, cum sînt : nivelul de instrucţiune, nivelul tehnic al capitalului sau al fondurilor, nivelul de cultură generală sau starea generală de sănătate a populaţiei. Asemenea calcule au utilitatea lor, dar trebuie să recunoaştem faptul că nu s-a putut ajunge la o metodologie care să permită o atribuire clară şi fără echivoc a produsului pe aceşti factori. Încercările de acest fel conţin, fără îndoială, o sensibilă doză de arbitrar, care nu poate fi evitată. Dar interpretarea unor calcule de acest gen din punctul de vedere al conceptului de forţe de producţie ne permite să pătrundem în intimitatea procesului de creştere economică, să vedem că, dincolo de doza de arbitrar, dezvoltarea forţelor de producţie în unitatea lor presupune existenţa unor raporturi cantitative de repartizare a resurselor destinate dezvoltării ulterioare pe diferitele compartimente de activitate socială, cum sînt cele destinate sporirii cantitative a mijloacelor de producţie, îmbunătăţirii calităţii forţei de muncă, ridicării gradului de cultură generală a populaţiei, activităţilor de generare şi manipulare a informaţiei, în primul rînd celor de cercetare de toate felurile, celor de informare privind realizarea produselor, celor de coordonare a efectelor activităţii etc.

Conceptul teoretic al forţelor de producţie poate fi exprimat şi în termenul, inspirat de teoria modernă a sistemelor, de sistem tehnologic al societăţii, care pune şi el accentul pe unitatea structurală a diferitelor genuri

de activități împreună cu elementele materiale, necesare desfășurării lor. Sistemul tehnologic al societății reflectă structura unitară complexă a tuturor elementelor care contribuie la desfășurarea activităților economice și sociale. El conține, alături de elementele materiale, o serie de elemente informaționale și funcționează prin interacțiunea dintre componentele sale, substanțiale, energetice și informaționale, prin introducerea în mediu a unor noi elemente provenind din aceste trei surse. Astfel, acumularea trebuie și ea privită din punctul de vedere al acestor trei surse. Acumularea constă nu numai în înmulțirea elementelor substanțiale și energetice ale producției, cum ar fi mașinile, clădirile, resursele noi de materii prime descoperite prin investigațiile geologice, ci și din elemente informaționale cum sînt cunoștințele științifice și tehnologice noi și din capacitățile noi de manipulare a informației.

În lucrarea de față ne propunem deci să pătrundem ceva mai profund subtilul mecanism al creșterii economice, să detectăm factorii pe care i-am avut în vedere pînă acum și să oferim sugestii privind cercetarea în continuare a proceselor de creștere economică, întrucît acesta, ca oricare alt fenomen istoric, oferă mereu noi aspecte care cer noi abordări, noi cercetări. Spre deosebire de natură, a cărei cercetare înaintează spre cunoașterea tot mai adîncă a unor fenomene care nu se schimbă în raport cu durata actului de investigație, cercetarea economică și, în special, cercetarea creșterii nu se pot încheia niciodată. Realitatea se schimbă chiar în timpul în care cercetătorul se apleacă asupra ei. Unele fenomene economice care au avut loc în capitalism, cum sînt, de exemplu, crizele de supraproducție, au trecut fără să putem spune că ele sînt astăzi bine cunoscute. Cercetarea lor a fost abandonată tocmai pentru că între timp economiile țărilor capitaliste au intrat în alte faze de dezvoltare. Criza actuală prezintă o serie de aspecte noi, astfel încît cercetarea ei trebuie reluată cu un bagaj insuficient de cunoștințe anterioare pentru a se înțelege și explica cu ușurință noua criză.

Caracterul limitat al resurselor, acumularea unor efecte catabolice nocive ale sistemului tehnologic modern etc.

pun, fără îndoială, noi probleme cercetătorului sistemului tehnologic al societății, întrucît sub acțiunea informației privind aceste fenomene încep să apară și se vor dezvolta în viitor aspecte noi atît ale sistemului ca atare, cît și, mai ales, ale procesului de creștere al acestuia. Vom asista, fără îndoială, la apariția unor aspecte structurale și calitative noi, provenite din profunzimea sistemului, dintr-o multitudine de surse. Probabil că o parte din ele și-au și făcut apariția și sînt cunoscute specialiștilor. Dar, pe ansamblu, ele vor ajunge în conștiința celor care studiază problemele generale ale dezvoltării forțelor de producție.

Deocamdată ne propunem să punem în evidență ceea ce se poate observa din dezvoltarea de pînă acum a sistemului tehnologic cu speranța că studiul nostru va oferi unele sugestii de o oarecare utilitate pentru acțiunea economică planificată.

Caracterul genetic al progresului tehnic și eficiența sa. Transferul dintre ramuri

După ce am observat, mai înainte, că progresul tehnic stă la baza creşterii eficienţei economice şi deci şi a creşterii economice înseşi, trebuie să ne punem şi întrebarea cum se întîmplă că însuşi progresul tehnic este eficient, adică, cum se face că, deşi se ştie că activitatea inventivă ocupă o pondere redusă în cadrul ansamblului activităţilor economice şi sociale, după cum şi energiile şi resursele necesare pentru aplicarea unor idei tehnice noi sînt limitate, că numeroase bariere stau în calea acestui progres, cum se întîmplă totuşi că el se desfăşoară continuu, mărind eficienţa economică, dar, în acelaşi timp, perturbînd echilibre statornicite, introducînd elemente de incertitudine şi provocînd pierderi de diferite feluri, lezînd interese înrădăcinate ale unui număr mare de oameni, dintre care unii dispunînd de o importantă pondere în societate? Cum adică se realizează această eficienţă a progresului ca progres, această creştere a eficienţei tehnice în decursul timpului?

Punctul de plecare al explicaţiei îl găsim în elementele de continuitate şi stabilitate care dăinuie de-a lungul generaţiilor de sisteme tehnice. Selecţia din redundanţă a unor elemente devenite stabile, dotate cu însuşiri deosebite de eficienţă în raport cu acţiunea asupra mediului, pare a fi un principiu general al proceselor evolutive ale sistemelor. Ideea este fericit formulată de un specialist în domeniul organizării producţiei, care consideră că „existenţa unor forme intermediare stabile exercită asupra proceselor de evoluţie a formelor complexe o influenţă la fel de puternică

ca şi efectul catalizatorilor asupra vitezelor de reacţie şi asupra creşterii staţionare a produselor de reacţie din sistemele deschise"[1]. Într-un alt loc din aceeaşi lucrare, Herbert Simon pune acest proces de perpetuare a formelor stabile în legătură cu evoluţia lumii organice. El scrie: „Aici apar, pe intervale de timp foarte scurte, diferite combinaţii. Acelea care se dovedesc a fi stabile servesc drept material nou pentru construcţiile ulterioare. Tocmai informaţia privind stabilitatea unora sau a altora dintre configuraţii, şi nu cea privind energia liberă şi negentropică primită de la Soare, călăuzeşte procesul de evoluţie şi face posibilă selecţia, prin care se explică viteza evoluţiei"[2].

Această transmitere din generaţie în generaţie a unor forme intermediare stabile are loc şi în cadrul evoluţiei sistemului tehnologic, printr-un proces istorico-genetic *analog* cu genetica biologică, lucru remarcat de mulţi gînditori.

Aşa, de exemplu, Valter Roman scrie: „În clarificarea acestor probleme (ale filogenezei tehnice — *I.L.*), mi se pare indicată abordarea lor şi prin *metoda analogiei*, respectiv încercarea de a înţelege anumite procese şi prin prisma biogenezei. Studiul comparativ al problemelor «genetice» ale speciei umane şi ale lumii tehnice ar putea să ne ducă pe piste interesante şi viabile"[3]. După cum vom vedea, acest mod de tratare are o oarecare tradiţie atît în gîndirea biologică, cît şi în cea socială, deşi aici există mult loc de aprofundare şi lărgire a cercetărilor.

Unul din întemeietorii geneticii moderne consideră că „la om există două procese de ereditate: unul prin continuitatea fizică a celulelor germinale şi celălalt prin transmiterea învăţămintelor de la o generaţie la alta, prin mijlocul exemplului şi prin grai şi scris. Capacitatea omului de a comunica cu semenii săi şi de a-şi educa descendenţii a fost probabil principala cauză a evoluţiei sociale rapide a

1) HERBERT SIMON, *Nauka ob iskusstvenom*, Mir, Moscova, 1973, p. 109 (trad. din l. engleză).

2) HERBERT SIMON, *op. cit.*, p. 117.

3) VALTER ROMAN, *Ştiinţa şi marxismul*, Editura Enciclopedică Română, Bucureşti, 1973, p. 205.

omului"[1]. Se ştie că analogiile dintre procesele sociale şi cele biologice au fost mult timp compromise, probabil pentru că nu ţineau seama de deosebirea de esenţă dintre cele două domenii, deşi unul derivă totuşi din celălalt şi domeniul biologic este baza domeniului social. Sociologul William Ogburn, înainte de a admite analogia, se simte dator să declare că „încercările de a găsi legi de ereditate, variaţie şi selecţie în evoluţia instituţiilor sociale au dat puţine rezultate viabile sau importante"[2]. În fapt însă, el reia analogia, ce e drept referindu-se la ansamblul culturii, şi o dezvoltă amplu. „Moştenirea socială în ceea ce priveşte aspectele sale materiale creşte datorită invenţiei, iar în anumite domenii prin difuzare, şi este selectiv cumulativă"[3]. Numeroase observaţii ale lui Ogburn sînt şi astăzi utile pentru înţelegerea procesului istoric al progresului tehnic.

Dar cu mult înainte de cei doi autori citaţi mai sus, Marx şi Engels au fundamentat într-un mod deosebit de dens ideea caracterului genetic al forţelor de producţie în sens istoric, specific dezvoltării tehnicii în contact cu societatea. „Istoria nu este altceva decît succesiunea diferitelor generaţii; fiecare dintre ele foloseşte materialele, capitalurile, forţele de producţie transmise de toate generaţiile precedente; pe de o parte, continuă în împrejurări complet schimbate activitatea *moştenită* (subl.n. — *I. L.*), iar pe de altă parte modifică vechile împrejurări printr-o activitate complet schimbată"[4].

Astăzi, teoria generală a sistemelor, filozofia sistemelor, cibernetica şi extensiile lor ne permit să utilizăm analogia dintre biologic şi social, dintre sistemul biologic şi cel tehnologic al societăţii fără jena de care erau cuprinşi autorii de acum cîteva decenii, menţinînd desigur, dincolo de caracteristicile esenţiale comune, şi deosebirile esenţiale.

[1] THOMAS HUNT MORGAN, *Bazele ştiinţifice ale evoluţiei*, Bucureşti, 1938, p. 145. (Am efectuat unele corecturi în traducere absolut necesare pentru înţelegerea textului. — *I.L.*).

[2] WILLIAM Z. OGBURN, *Social Change on the Respect to Culture and Original Nature*, Allen and Unwin, Londra, 1923, p. 57.

[3] *Ibidem*, p. 103.

[4] KARL MARX, FRIEDRICH ENGELS, *Ideologia germană*, *în*: *Opere*, vol. 3, Editura politică, Bucureşti, 1958, p. 46.

Şi într-un domeniu şi în celălalt, sistemul este integrat prin conexiuni substanţiale, energetice şi informaţionale, numai că natura lor este radical diferită. După cum au remarcat autorii citaţi mai sus, informaţia privind tehnologia se transmite din generaţie în generaţie, numai că în domeniul biologic avem un singur purtător de informaţie ereditară, oricît de complex ar fi el, acidul dezoxiribonucleic, în timp ce informaţia tehnologică se transmite printr-o mulţime de canale, ele însele fiind de cele mai multe ori o creaţie tehnologică. Mult mairecent s-a elaborat o analogie[1] între mutaţia genelor, care modifică informaţia privind caracteristicile ereditare care trec de la o generaţie la alta, şi datele privind schimbările sociale. În general, se consideră analogia dintre mutaţie şi invenţie. „Ideile noi, invenţiile, informaţia nouă sînt mutaţii în tiparele sistemelor situate deasupra organismului" [2].

Am putea aminti în acest context pe filozoful francez G. Simondon, care a încercat să elaboreze o concepţie unitară asupra tehnicii şi a progresului ei, analizînd logica internă de funcţionare şi evoluţie a acesteia. El priveşte lucrurile în felul următor : „ca într-o linie filogenetică, un anumit stadiu al evoluţiei conţine în sine structuri şi scheme dinamice care sînt în principiu rezultatul unor evoluţii ale formelor. Fiinţa tehnică evoluează prin convergenţă şi prin adaptare la sine, se unifică lăuntric după un principiu de rezonanţă internă" [3]. Concepţia lui este puternic şi profund impregnată de analiza biologică, dar el tratează sistemul tehnologic în sine, făcînd abstracţie de mediul economic în care fiinţează acest sistem, de faptul că el este subordonat sistemului economic şi că funcţionarea şi dezvoltarea lui sînt impuse sistemului de reglare economic pentru că sistemul tehnologic în ansamblul său nu este decît un mijloc (ce e drept, complex şi permanent) pentru obţinerea unor scopuri economice.

[1] GERARD KLUCKHAHN, *Rapaport. A Biological and Cultural Evolution : some Analogies and Explorations*, în „Behavioral Science", 1/1956, p. 6—34, la care se referă James G. Miller (vezi *Systemy Zywe*, în „Prakseologia", 34/1969).

[2] *Ibidem.*

[3] G. SIMONDON, *Le mode d'existence des objets techniques*, Aubier, Paris, 1958, p. 20.

Cercetătorul sovietic I. P. Mamîkin, ocupîndu-se de o problemă metodologică a gîndirii tehnice, consideră şi el că „practica elucidării unor corespondenţe dintre dezvoltarea tehnică şi cea a lumii vii este plină de promisiuni" [1].

Mulţi cercetători ai tehnicii ezită şi astăzi în utilizarea analogiilor biologice, ezitare care se datorează, desigur, specificului fiecărui domeniu. Dar, oricît de deosebite ar fi unul de celălalt, nu putem trece cu vederea faptul că sînt fizic strîns legate între ele : sistemele tehnice individuale ca şi sistemul tehnologic al societăţii sînt creaţia unei fiinţe vii, a omului, şi serveşte întreţinerii vieţii individului şi a societăţii umane[2].

Cu ajutorul sistemului tehnologic, omul îşi exercită acţiunea asupra naturii vii şi nevii şi extrage elemente ale sistemului tehnologic din natură. Acest lucru nu mai este atît de evident astăzi, cînd cea mai mare parte a producţiei industriale nu are loc în interacţiune nemijlocită cu natura vie, dar şi astăzi tehnologiile agricole joacă un rol esenţial în viaţa umană. Multă vreme însă omul a extras o mare parte din energia necesară din fiinţele vii, după cum a utilizat ca materiale structurale organisme vii sau produse ale organismelor vii. Această practică tehnologică milenară nu a putut să nu-şi lase amprenta pe istoria ulterioară a tehnicii care a descins din tehnica lemnului, a animalelor de tracţiune şi a fibrelor naturale. În ceea ce priveşte analogia genetică, dincolo de justificările ei mai abstracte, nu putem pierde din vedere faptul evident că sistemul tehnologic, forţele de producţie se dezvoltă transmiţîndu-şi informaţia acumulată de şirul de generaţii umane şi posedată de o anumită generaţie generaţiei imediat următoare etc.

Dar analogiile cu biologia mai au şi o determinare inversă : conceptul de informţie cu care operează biologia şi mai ales genetica contemporană are în forma în care

[1] I. P. MAMÎKIN, *Analoghia v tehniceskom tvorcestve*, Nauka i tehnika, Minsk, 1972, p. 67.

[2] V. Săhleanu arată că : „activitatea omului creator de unelte este o prelungire a activităţii zoologice, vitale". (Vezi studiul : *Tehnică, antropologie, umanism*, publicat în volumul *Revoluţia ştiinţifică şi tehnică. Studii şi comunicări*, Editura Academiei R.S.R., 1974, p. 71.)

informaţia este utilizată în biologie, o origine tehnică; teoria modernă a informaţiei s-a născut din tehnică. Dar utilitatea ei a fost imediat sesizată de specialiştii din mai toate domeniile de activitate intelectuală. De vreme ce atît biologii cît şi tehnicienii utilizează curent acest concept, analogia dintre ereditatea biologică şi cea tehnică nu mai are nevoie de alte justificări; atît în evoluţia tehnică cît şi în cea biologică informaţia se transmite *în timp biologic.*

Un ultim argument în favoarea interpretării genetice a progresului tehnic este faptul că unele sisteme tehnologice sînt rezultatul material al unor procese genetice biologice, mai mult sau mai puţin dirijate de către om, într-o perioadă istorică sau alta. Astfel, după cum se ştie, unele cereale şi unele animale domestice sînt moştenite încă din neolitic cînd speciile respective de animale şi plante au fost create sau alese de om printr-o selecţie dirijată sau făcîndu-se o selecţie conştientă din ceea ce natura a creat prin selecţia ei autoreglatoare. La aceste exemple bine cunoscute s-ar putea adăuga o listă întreagă de rezultate ale selecţiei dirijate de om care se transmit unui număr mai mare sau mai mic de generaţii din speciile respective de plante şi animale. Aşadar există sisteme tehnice care se transmit prin ereditate biologică.

După cum vedem, ideea de a stabili o analogie dintre genetica biologică şi genetica în evoluţia fenomenelor sociale a persistat în gîndirea socială timp de peste un secol, revenind, după respingeri, într-o formă mai perfecţionată. Uneori, după cum am văzut, atît în afirmaţiile recente, cît şi în formulările mai vechi, ideea de evoluţie a sistemului este asociată, într-un mod mai mult sau mai puţin explicit, cu creşterea eficienţei sistemului considerat şi cu viteza lui de dezvoltare.

Într-adevăr, dacă ne gîndim la istoria tehnicii, putem constata fără un efort prea mare că, de fapt, invenţiile de principiu (mari, radicale etc.) sînt relativ rare în comparaţie cu combinarea sau recombinarea unor elemente ale sistemului tehnologic. Ar fi o întreprindere temerară, chiar şi pentru un specialist în istoria tehnicii, să încerce să întocmească un inventar măcar şi parţial al unor elemente care reintră în combinaţie în invenţii noi timp de multe

generaţii. Dar un student în inginerie parcurge un manual de organe de maşini, care, în fond, nu este altceva decît un catalog de asemenea „daruri ale naturii", studiate ca nişte obiecte date asupra cărora viitorul inginer nu va mai trebui să acţioneze. Asemenea „cataloage" sînt oferite şi de cursurile de electrotehnică şi ale celorlalte discipline.

În felul acesta, orice invenţie nouă devine o invenţie din invenţie, o combinare şi recombinare a unor lucruri gata inventate, de unde şi explicaţia bogăţiei procesului de invenţie [1].

În tehnică principiul combinaţiei şi al apariţiei noutăţii prin combinaţie îşi găseşte expresia în principiul modularităţii, principiu general nu numai în procesul de creare a produselor noi, dar şi în producţia curentă. Tehnica modernă este deci, din punctul de vedere care ne interesează, o tehnică modulară. Chiar la un moment dat, orice maşină sau orice proces este o combinaţie de elemente disparate, oferite de procese tehnologice specializate executate în întreprinderi diferite. Corolarul caracterului modular al tehnicii moderne este specializarea tot mai profundă a producţiei şi a altor activităţi economice, ceea ce este un alt factor esenţial al tehnicii industriale moderne. Se ştie, desigur, că principiul modular are largi aplicaţii în tehnica de producţie. Ceea ce vrem noi să subliniem aici este faptul că modularitatea este un principiu general al tehnicii, fiind strîns legat de caracterul genetic al acesteia. El se aplică nu numai la procesele de producţie materială, ci şi la procesele de creaţie tehnică spirituală, fiind astfel una din sursele eficienţei progresului tehnic ca atare.

Principiul, modular fiind unul din principiile de bază ale tehnicii moderne, duce în mod inevitabil la accentuarea continuă a specializării. Principiul combinatului este o moştenire a gospodăriei naturale. Deşi necesar încă în unele

[1] Economistul şi filozoful Nicolae Georgescu-Roegen conferă principiului apariţiei noutăţii prin combinare o semnificaţie generală, considerînd că „acest principiu funcţionează pretutindeni cu un grad de diversitate care creşte continuu de la fizica atomului din domeniul anorganic la formele sociale din domeniul superorganismic". (Vezi *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1971, p. 13. Vezi şi p. 116, 328 ş.a.)

ramuri, el nu este caracteristic tehnicii moderne şi, în mod inevitabil, ponderea lui tinde să scadă.

Pe plan social şi economic aprofundarea principiului specializării accentuează importanţa relaţiilor sociale şi în special a relaţiei sociale fundamentale dintre parteneri, a contractului. Specializarea lipseşte aproape pe toată lumea de puterea de a guverna în mod amănunţit un proces tehnologic în ansamblul său.

Toată lumea depinde în măsură din ce în ce mai mare de o mulţime de parteneri, furnizori şi beneficiari. În aceste condiţii buna desfăşurare a proceselor tehnologice presupune o organizare precisă a relaţiilor de aprovizionare şi desfacere, o respectare foarte precisă a clauzelor contractuale în ceea ce priveşte configuraţia, calitatea şi termenul de livrare. Întrucît asemenea condiţii sînt de o mare varietate, nu totul poate fi stipulat în contract, iar apariţia unor litigii la multe clauze contractuale ar crea un volum de conflicte economice care ar depăşi capacitatea oricărui organ de arbitraj. De aceea, în specializări şi creşterea interdependenţei dintre producători, instaurarea şi respectarea unor norme etice, în primul rînd a unei încrederi reciproce, devine unul din factorii de bază ai realizării unei eficienţe economice ridicate. Asemenea noţiuni cum sînt ambiţia şi orgoliul profesional, concretizate în „marca fabricii", devin categorii economice primordiale, mai ales în economia socialistă. Ele devin, în mod natural, obiective importante de acţiune în direcţia creşterii eficienţei. Sistemul de stimulare materială şi morală trebuie să contribuie şi la consolidarea eticii de contract, căci un fabricant de şuruburi proaste poate să compromită munca de înaltă calificare a producătorilor unor maşini complicate. Fiabilitatea, tratată în manualele de calitate a producţiei ca o noţiune tehnică, este, de fapt, în condiţiile moderne de specializare a producţiei, rezultatul unor raporturi sociale, economice complicate, desprinse dintr-o morală de producţie severă, dintr-o disciplină şi din virtuţile producătorilor individuali.

Fragmentarea sistemului tehnologic al societăţii, datorită principiului modular care stă la baza evoluţiei sale, generează necesitatea unor forţe şi elemente integratoare. Este evident că factorii integratori principali care rein-

tegrează sistemul sînt de natură economică : schimbul de activităţi, dirijat prin plan sau prin acţiunea pieţei, menţine unitatea şi convergenţa unei game vaste de activităţi. Dar această unitate trebuie asigurată şi cu mijloace strict tehnice. Accentuarea fragmentării prin specializare a făcut să fie simţită din ce în ce mai acut nevoia unei circulaţii şi prelucrări rapide a informaţiei. Atenţia specială care se acordă în prezent mijloacelor tehnice de circulaţie şi prelucrare a informaţiei nu este un accident, ci îşi are rădăcina în adîncurile sistemului tehnologic modern. Dacă astăzi, la realizarea unui produs, cooperează uneori zeci de mii de uzine împrăştiate, în unele cazuri, pe teritorii acoperind milioane de kilometri pătraţi, acest lucru nu este cu putinţă decît datorită faptului că există mijloace de comunicare instantanee a informaţiei la distanţe mari. Atenţia mare care se acordă în prezent mijloacelor informaţionale nu este decît o expresie a fragmentării sistemului tehnologic al societăţii şi a nevoii de a-l reintegra informaţional [1].

După această digresiune mai lungă decît s-ar fi cuvenit, dar care ne-a dat unele elemente suplimentare de judecată, putem reveni la problema eficienţei *progresului* tehnic privit ca proces genetic. Am văzut că din generaţie în generaţie tehnică se transmit forme intermediare gata, scutindu-l pe inventator să inventeze totul de la capăt. Dintre toate formele intermediare devin stabile numai acelea pe care sistemele de filtrare tehnică şi economică le selecţionează din masa tuturor formelor posibile. Istoria tehnicii oferă nenumărate exemple care arată cît de mari sînt eforturile pe care trebuie să le depună unii realizatori sau promotori de invenţii pentru a impune ideile lor în rîndurile formelor stabile, fie ele intermediare sau

[1] Unii autori consideră că factorii integratori preponderează deja. Astfel, H.R.H. Cleghorn Brown este de părere că „din cauza abordării sistemice a problemelor inerente tehnologiei noi, un efect indirect al adoptării tehnologiei noi într-o economie este faptul că procesele industriale se fragmentează într-o serie de sisteme productive. Pe măsură ce raţionalizarea progresează, asemenea sisteme se reintegrează tot mai mult pînă ce, în cele din urmă, fiecare ramură industrială separată ia aspectul unui sistem productiv. În această situaţie întreprinderile industriale devin simple componente modulare sau subsisteme ale unor sisteme de producţie naţionale”. (*Key Issues in Applied Economics*, Longman, Londra, 1972, p. 103.)

finale. De fapt stabile sînt tocmai formele intermediare, căci ele intră în componenţa multor sisteme tehnice, a căror mortalitate generală poate fi mai mare decît cea a elementelor intermediare. Navele moderne păstrează multe din elementele navelor cu pînze, deşi în ansamblu, nava modernă diferă foarte mult de predecesoarea ei.

Principiul combinaţiei prezintă unele analogii cu reproducţia sexuală din biologie, analogie suficient de sugestivă pentru a nu insista prea mult asupra ei, întrucît şi deosebirile sînt mari. În orice caz, întîlnirea dintre două elemente tehnologice şi combinarea lor nu se produce cu uşurinţă, după cum nici întîlnirea dintre doi parteneri în lumea animalelor superioare nu este un proces automat. Combinarea presupune mai întîi descoperirea reciprocă, apropierea şi adaptarea reciprocă. Acest proces de combinare este opera unor inventatori care trebuie să identifice posibilitatea combinării şi problemele pe care le ridică ea şi apoi să le rezolve. Combinarea este şi ea supusă procesului de selecţie. Aceasta acţionează tot timpul, astfel încît o combinaţie poate rezista mult timp, ca pînă la urmă să fie nevoită să cedeze locul alteia. Unul din elementele combinaţiei poate să dispară definitiv din toate subsistemele tehnologice sau să rămînă în unele dintre ele şi să dispară din altele. Maşina cu abur a fost aproape total eliminată din majoritatea combinaţiilor în care intrase, dar ea a fost dintr-un început respinsă de la vehiculele rutiere şi a dăinuit mult timp la cele pe şine şi la nave.

Una din deosebirile fundamentale dintre reproducţia sexuală şi combinaţia tehnică este faptul că în cea de-a doua există principii tehnologice dominante care intră în combinaţie cu nenumărate alte principii tehnologice. Uneori are loc un sistem de migraţii, de transferuri, o difuzare a unui singur principiu asupra întregului sistem tehnologic al societăţii. Astfel, în momentul de faţă sîntem în toiul difuzării principiilor electronice asupra întregului sistem tehnologic.

Principiile tehnologice dominante, care penetrează întregul sistem tehnologic al societăţii intrînd în combinaţie cu sisteme tehnologice preexistente, ridică în mod considerabil eficienţa acestora. Astfel, motorul electric caracterizat prin bunul său randament energetic, uşoara sa dirijabilitate (poate fi pornit şi apoi oprit aproape instantaneu),

simplitatea (şi deci înalta sa fiabilitate), adaptabilitatea sa la condiţiile cele mai diverse, în special prin largile posibilităţi de varietate dimensională, a mărit substanţial eficienţa tuturor maşinilor cu care a intrat în combinaţie. Asociat în zilele noastre cu felurite sisteme de comandă, în special cu cele bazate pe principii electronice, sistemele tehnice clasice, cum sînt, de exemplu, maşinile-unelte, şi-au sporit şi mai mult eficienţa, mai ales prin intensificarea utilizării lor, prin prelungirea timpilor-maşină, prin creşterea vitezelor şi a preciziei.

După cum am observat, sistemele tehnice dominante cele mai cunoscute care au revoluţionat recent sistemul tehnologic al societăţii au fost cele privind acţionarea şi cele afectînd comanda sistemelor tehnice. Metodele de formare a materiei par a fi mult mai conservatoare, deşi în ultima vreme s-au impus o serie de metode de imprimare a formei prin folosirea directă a energiei electrice.

Sistemele tehnologice dominante sînt unul din elementele cheie care explică rapiditatea cu care creşte eficienţa producţiei şi mai ales înalta frecvenţă a procesului de creştere a eficienţei tehnice a producţiei, a progresului tehnic. Orice proiectant, orice inventator al unei maşini noi, destinată să realizeze un nou proces tehnologic sau să realizeze într-un mod mai eficient un proces tehnologic clasic, este scutit (de cele mai multe ori) să rezolve problema acţionării. El îşi poate alege motorul sau sistemul de motoare, aşa-zicînd, de pe raft, putîndu-şi concentra atenţia asupra rezolvării problemelor pe care le ridică funcţionarea propriu-zisă a noii maşini.

Caracterul genetic al progresului tehnic, în afară de economia realizată prin preluarea de-a gata a unor sisteme tehnice de la o generaţie la alta, de realizarea de noi combinaţii din aceste „forme intermediare stabile" (stabilitatea fiind, evident, relativă, întrucît şi acestea sînt supuse unui proces de perfecţionare), explică dinamica constant ascendentă a progresului tehnic. Dacă sistemul tehnologic s-ar schimba din temelii pe ansamblul său, dintr-odată, la intervale scurte, el ar fi cuprins de zguduiri atît de mari încît însăşi existenţa lui, împreună cu cea a sistemului social, ar fi puse sub semnul întrebării. Perenitatea unor forme intermediare, nesimultaneitatea mutaţiilor, rezis-

tenţa la schimbări prea bruşte fac ca posibilele seisme să se transforme într-un freamăt continuu al pătrunderii noului. Interacţiunea dintre forţele propulsoare ale progresului tehnic (fie provenite din interiorul sistemului tehnolcgic al societăţii, fie din sistemul de comandă economic) şi forţele de producţie (provenind din aceleaşi surse) asigură constanţa dinamicii progresului tehnic. Evident că din interacţiunea acestor două categorii de forţe şi din acţiunea altor factori asupra sistemului tehnologic al societăţii, se iveşte problema unui ritm al progresului tehnic, problemă care poate fi formulată dar, din păcate, din cauza complexităţii ei, nu şi rezolvată.

Caracterul genetic, constînd în „stabilitatea unor forme intermediare", în selecţia tehnică şi economică riguroasă a „mutaţiilor", în transferul şi difuzarea unor principii tehnologice asupra întregului sistem tehnologic, are efecte economice binecunoscute, dintre care unele măsurate de economişti.

Transferul dintre ramuri. Una din marile surse de economie, de menţinere a unei viteze ridicate a progresului tehnic, analoagă cu caracterul genetic al unor părţi ale sistemului tehnologic, care, după cum am văzut, se desfăşoară în timp, este transferul dintre ramuri al unor principii şi sisteme tehnice, care se desfăşoară în spaţiu. Acelaşi sistem tehnic, acelaşi principiu migrează de la o funcţie la alta. Unele dintre aceste principii şi sisteme tehnice invadează întregul sistem tehnologic al societăţii, vaste zone ale sale, devenind dominante. Mai departe vom ilustra caracterul genetic al evoluţiei tehnicii prin exemplul roţii. Dar roata şi mişcarea circulară, fiind un principiu cu largă aplicabilitate, au cunoscut în decursul istoriei tehnicii o mare extindere în spaţiul tehnicii, fiind transferată de la o ramură de producţie la alta, determinînd creşteri de eficienţă fără un efort inventiv special. Vom examina pe scurt exemplul motorului electric care a cuprins astăzi aproape întreaga producţie industrială, ca şi domenii din afara industriei. Astăzi sîntem martorii transferului principiilor electronice care îşi găsesc mereu noi sfere şi noi modalităţi de aplicare, în domenii din ce în ce mai îndepărtate de utilizarea iniţială a primelor maşini electronice. Această tendinţă de extindere a principiilor electronice

și de grefare a acestora pe alte sisteme tehnice este motivul principal pentru care chiar și țările în curs de dezvoltare trebuie să acorde o atenție foarte mare producției de aparate electronice de toate felurile cunoscute, să întemeieze o cercetare electronică proprie cel puțin pentru a se ține la curent cu dezvoltarea rapidă în acest domeniu și să-și creeze o industrie a componentelor electronice necesare asamblării unei game largi de mașini, aparate și bunuri de consum. Eficiența tehnică și cea economică a majorității proceselor tehnologice depind și vor depinde și mai mult în viitor de combinarea dintre produsele și procesele clasice și principiile și sistemele electronice.

Exemple de transfer recente se pot da și din domeniul materialelor structurale, de exemplu trecerea utilizării maselor plastice dintr-un domeniu într-altul. Folosirea energiei atomice în scopuri pașnice are loc, de asemenea, prin migrarea unor aparate și principii bazate pe fizica atomică de la o activitate la alta.

Șirul exemplelor de transfer, de migrație a unor principii și sisteme tehnice poate fi continuat. Ceea ce este esențial din punctul de vedere al eficienței progresului tehnic, adică cel al menținerii continue a unui anumit ritm, al evoluției tehnologice sau chiar și din cel al unor accelerări ale acesteia în anumite perioade este faptul că unele părți ale sistemului tehnologic beneficiază de pe urma progreselor realizate în alte părți ale sale. Un subsistem tehnologic primește în mod gratuit din punct de vedere inventiv principii și sisteme tehnice din altă parte. De cele mai multe ori, ce e drept, este nevoie de o cheltuială de efort inventiv pentru adaptarea sistemului tehnic transferat la noul său mediu, dar această cheltuială de inventivitate este evident mai redusă decît cea necesară pentru crearea unui sistem sau principiu tehnic nou.

Unul din exemplele cu implicațiile cele mai mari în istoria tehnicii a fost larga difuzare a motorului electric care, odată inventat, a fost aplicat la aproape toate procesele tehnologice mecanice staționare existente : mașini-unelte, tot felul de alte mașini care realizează procesele tehnologice prin mișcare rotativă la vehicule etc. Aproape toate procesele tehnologice bazate pe mișcarea rotativă au fost electrificate datorită marilor avantaje pe care le

prezintă motorul electric. Totodată, motorul electric a absorbit unele principii mecanice cunoscute: mijloacele de reducere a frecării, principii de răcire etc.

Motorul electric nu este decît una din aplicaţiile electromagnetismului în tehnică, deşi una dintre cele mai importante, deoarece serveşte la producerea mişcării rotative. Dar principiile electromagnetismului au fost întruchipate într-o uriaşă varietate de aparate şi dispozitive cu funcţii foarte variate, printre care măsura şi controlul trebuie menţionate în mod special. Larga răspîndire şi varietate a maşinilor, aparatelor şi dispozitivelor electromagnetice stau la originea dinamicii excepţionale a industriei electrotehnice care durează de cîteva decenii şi care va continua probabil şi în viitorul apropiat. Aplicarea în tehnică a acestor principii stă la baza şi a ascensiunii continue şi rapide a producţiei şi consumului de energie electrică. În absenţa electromagnetismului, sfera de utilizare a electricităţii s-ar rezuma la cîteva domenii cu consum redus.

Se poate cita exemplul aparatelor optice care se transferă în timp de la aparate mai simple la altele complicate, toate pe principii tehnice mult mai complexe. Astfel, principiile optice ale lanternei magice s-au combinat cu multe principii mecanice şi chimice, dînd naştere aparatului de fotografiat din care, prin combinare cu principiul rotaţiei, s-a născut aparatul de filmat, iar mai tîrziu, prin reunire cu principiile transmiterii semnalelor cu ajutorul undelor electromagnetice, s-a născut televiziunea în care se combină principii foarte diferite, dar principiile optice cele mai simple continuă să fie prezente.

În economiile moderne dezvoltate, acest principiu al transferului este instituţionalizat prin standardizare şi îşi găseşte corespondentul material prin existenţa unei producţii de piese şi subansamble standardizate, realizate în serie mare şi în masă, din care inventatorul sau proiectantul poate să combine mereu noi sisteme tehnice adăugînd, desigur, şi piese şi subansamble originale. Inventatorul şi proiectantul modern acţionează în mare măsură după principiul jocului „mecano“ alcătuit din piese cu ajutorul cărora se pot construi mai multe feluri de jucării. Acest principiu este una dintre soluţiile majore ale marii con-

tradicţii a tehnicii moderne : aceea dintre avantajele mari ale producţiei de serie şi nevoia unei mari varietăţi de maşini şi de bunuri de consum. Rezolvarea acestei contradicţii în marea producţie modernă explică marea eficienţă a acestui principiu.

Principiul modular este ridicat la o treaptă mai înaltă de unii mari producători, care realizează, dintr-un număr redus de subansamble mari, un număr de produse diferite adaptate unor condiţii diferite de utilizare.

Unul din aspectele poate minore din punct de vedere tehnic, dar fundamental din punct de vedere economic, este transferul unor principii tehnice din domeniul mijloacelor de producţie asupra producţiei de bunuri de consum. Multe dintre bunurile de consum îndelungat, bazate pe principii mecanice, electrice şi electronice, nu sînt altceva decît maşini productive la scară redusă şi adaptate, prin simplificare, uzului casnic. Maşina de spălat rufe este un mic malaxor, maşina de ras este o cositoare miniaturizată etc. Desigur, într-o mai mică măsură, are loc şi procesul invers : proiectanţii de maşini productive se inspiră adeseori din variantele constructive ale maşinilor casnice pentru a crea variante noi pentru maşini productive.

Principiile tehnice intrate în menaj, transformîndu-l într-o uzină miniaturală, ajung astfel să participe în mod direct la crearea legăturii dintre producţie şi consum, care este esenţială pentru procesul economic şi reduc distanţa tot mai mare dintre tehnică şi consum. Producţia de asemenea bunuri mecanice şi electrice joacă un rol imens în economiile moderne : pe de o parte, ele absorb veniturile crescînde ale populaţiei, iar, pe de altă parte, creează posibilitatea producerii în masă a unor produse suficient de simple pentru a putea fi reproduse în milioane de exemplare şi în acelaşi timp suficient de complexe pentru a corespunde unor aspiraţii de consum superioare şi pentru a absorbi un cuantum important de venit, pe unitate de produs. Ele sînt unul din mijloacele principale de realizare a unităţii contradictorii dintre producţie şi consum. De asemenea, ele reprezintă domeniul principal al producţiei de mare serie. Producţia de asemenea bunuri creează milioane de noi locuri de muncă de înaltă calificare, pentru valorificarea înaltă a tuturor resurselor de producţie.

Ar trebui poate explicitat şi aspectul pur economic al eficienţei genetice a progresului tehnic, ca şi al transferului dintre ramuri. Toate procesele parţiale ale progresului tehnic, invenţia, inovaţia, afirmarea pe piaţă, selecţia implică costuri mari. Există date care arată că costurile cresc pe măsura trecerii prin fazele enumerate. Selecţia, de exemplu, înseamnă sacrificarea unor sisteme tehnice care s-au afirmat, în favoarea altora, cu funcţii identice sau similare, sacrificare ce poate să afecteze nu numai principiul său, sistemul tehnic, dar şi maşinile cu care se fabrică acesta şi mai ales calificarea oamenilor, uneori acumulate de-a lungul generaţiilor. Astfel, de exemplu, dacă principiile electronice se vor impune în mod definitiv în producţia de ceasornice, atunci calificarea mecanică a ceasornicarilor elveţieni va fi anihilată. Dintr-o industrie mecanică industria de ceasornice se va transforma într-una electronică. Nu ne vine însă uşor să afirmăm că invenţia este ieftină. Este adevărat că numărul de invenţii este considerabil mai mare decît numărul de aplicaţii ale acestora. În schimb, nu avem cum să apreciem costul istoric total al unei invenţii datorită faptului că, de regulă, în capitalism inventatorul nu este răsplătit proporţional cu utilitatea invenţiei sale; nu avem date privind raritatea sau abundenţa talentului inventiv potenţial, întrucît numai o parte din populaţie ajungea în contact cu producţia industrială, putînd să-şi manifeste aptitudinile etc. Oricum ar fi, procesul de afirmare a unui principiu sau sistem tehnic nou este complicat, îndelungat şi costisitor, astfel încît este firesc ca sistemul economic şi tehnologic să reţină şi să păstreze cu grijă acele sisteme tehnice care, pe de o parte, s-au afirmat prin eficienţa lor, iar pe de altă parte, dispun de „valenţe libere" prin care să se poată combina cu alte sisteme tehnice. Existenţa unor sisteme tehnice selecţionate şi fixate în cadrul sistemului tehnologic al societăţii orientează activitatea inventivă ulterioară spre crearea unor sisteme tehnice care să ducă la o mai bună utilizare a celor existente. Unele din sistemele tehnice existente, prin dimensiunile şi răspîndirea lor largă, ne apar de-a dreptul ca elemente ale mediului la care sistemele tehnice noi trebuie să se adapteze pentru a le utiliza mai bine pe cele dintîi. Ca exemplu se pot cita căile ferate

care, deși în regres de cîteva decenii încoace, au determinat apariția locomotivei Diesel ca exemplu izbitor, dar ele au generat, de-a lungul existenţei lor, numeroase invenţii care au sporit considerabil eficienţa utilizării construcţiilor costisitoare din care este alcătuită o rețea de căi ferate.

Dacă la aceasta mai adăugăm şi faptul că sistemele tehnice odată realizate şi selecţionate în cadrul competiţiei cu altele se perfecționează cu timpul prin ameliorări ,,mărunte'', nu mai este greu să ne explicăm de ce ele devin ,,ieftine" și de ce inventatorii următori caută să le utilizeze în măsură cît mai mare în sistemele tehnice noi, mai complexe pe care le creează.

Caracterul genetic al sistemelor tehnice, ca şi transferul dintre ramuri au un rol esenţial în asigurarea continuităţii evoluţiei tehnologiei şi a creşterii economice, ca și în asigurarea unui caracter relativ echilibrat al acestora din urmă. O ,,revoluţie necontenită'' în tehnică, schimbarea simultană radicală a tehnologiei ar introduce haos în economie, ar anihila brusc şi în proporţii mari mijloacele fixe ale economiei și conştiinţele profesionale ale tuturor categoriilor de oameni care lucrează, ar distruge ,,memoria tehnologică". În asemenea condiţii, schimbările tehnice radicale pe scara întregii economi iar bloca brusc creşterea economică. Continuitatea asigurată prin transmiterea genetică şi transfer acţionează, împreună cu alţi factori, mai ales de natură economică, în sensul îngrădirii acțiunilor dezechilibratoare ale tehnicii. Faptul că unele părţi sale sistemelor tehnice dăinuie mai mult decît sistemele întregi din care ele fac parte permite menţinerea părţii de producţie care le fabrică, în timp ce sistemul de ansamblu se schimbă. Caracterul modular permite tocmai această mişcare treptată : producţia părţilor poate continua în timp ce ansamblul se schimbă. Sau, într-un alt caz, fabricarea ansamblului poate continua printr-o înlocuire succesivă a modulelor. Acestea se pot schimba radical sau, ceea ce este regula, se pot perfecţiona continuu, împreună cu ansamblul. În fine, posibilităţile de combinare a acestor procese sînt multiple, dată fiind marea diversitate a modulelor şi ansamblurilor. Dar ceea ce este important este faptul că sistemele tehnice noi pot

apărea și se pot dezvolta pe baza resurselor pe care le creează în continuare cele care se mențin.

Caracterul genetic al tehnicii și transferul principiilor și al sistemelor tehnice între ramuri sînt o imensă sursă de economii, în sensul simplu că ele scutesc pe beneficiarii acestor procese de unele cheltuieli. Este natural să ne întrebăm care este natura acestor cheltuieli și să încercăm, măcar conceptual, să precizăm structura a ceea ce vom numi costul istoric al sistemelor tehnice.

După cum am văzut, la examinarea sistemelor tehnice actuale vom putea observa că majoritatea dintre acestea este rezultatul unei evoluții istorice mai mult sau mai puțin îndelungate, conținînd părți constitutive provenite din diferite ramuri ale științei și tehnicii, multe dintre ele avînd o istorie independentă, separabilă de cea a ansamblului. La aceasta se adaugă faptul că ansamblul și părțile sale componente au o evoluție treptată care a durat și durează tot atîta cît durează și fiecare dintre acestea, evoluție care are și ea costul ei, fiind rezultată dintr-un proces treptat de cercetare, de învățare, de acumulare de experiență.

Fiecare pas înainte al tehnicii are un cost a cărui structură nu este de loc simplă. Este în primul rînd costul cercetării ca atare, indiferent de natura ei, adică costul realizării invenției, la care se adaugă costul inovației, adică al transpunerii în producție și în desfacere a ideii întruchipate în invenție. Procesul de desfacere la rîndul său parcurge o serie de etape, de la prima implantare pe piață și pînă la desfacerea pe scară largă. În toate aceste etape apare un cost al riscului, care este în multe cazuri foarte însemnat.

În unele cazuri întreprinderile inovatoare s-au ruinat iar altele au suferit pierderi însemnate, ajungînd în pragul prăbușirii.

Toate aceste costuri și riscuri au fost asumate și reasumate în fiecare etapă a dezvoltării sistemului tehnic respectiv și a părților sale componente.

Desigur toate aceste costuri au fost recuperate la timpul său prin vînzarea produselor respective. De aceea calculul lor precis și însumarea n-ar avea un sens economic în sine, în afara faptului că dificultățile de calcul de acest

fel sînt multiple şi imense. Aceleaşi dificultăţi de calcul ar apărea însă dacă am încerca să însumăm totalul beneficiilor istorice care s-au obţinut pe baza unui sistem tehnic. De pildă, din punct de vedere academic, ar fi interesant să se ştie efectele pozitive totale care s-au obţinut pe baza utilizării maşinii cu aburi care şi-a încheiat, practic vorbind, cariera tehnică şi economică.

Analiza, măcar conceptuală, a costului istoric al sistemelor tehnice are însă o relevanţă pentru a ilustra ceea ce s-a numit în literatură „avantajul celui rămas în urmă", adică al celui care preia tehnica modernă de-a gata. Costul actual al sistemelor tehnice, al maşinilor şi utilajelor etc. negociate pe piaţa mondială, reprezintă, evident, numai o fracţiune din costul istoric, ceea ce este normal, deoarece evoluţia sistemelor tehnice este plătită în fiecare moment prin realizarea efectelor pozitive în momentele imediat următoare inovaţiei. Pentru cel rămas în urmă însă se pune cel puţin conceptual problema costului refacerii întregii istorii a sistemelor tehnice de care are nevoie pentru a lansa şi susţine un proces modern de creştere economică.

Ţările rămase în urmă pot achiziţiona astăzi sisteme tehnice la preţul actual, adică un preţ care nu este, după cum am văzut, decît o fracţiune a costului istoric. Avantajul este ademenitor, dar este el oare atît de mare pe cît apare din comparaţia dintre preţul actual şi costul istoric? Desigur că nu, pentru că, dacă ar fi aşa, ţările în curs de dezvoltare ar putea să lichideze într-un termen foarte scurt decalajele economice faţă de ţările dezvoltate.

Economiile dezvoltate, odată cu întregul proces de dezvoltare a tehnicii, cu toate succesele, dar şi eşecurile lor tehnice, cu toate jertfele pe care le-a cerut procesul de selecţie a sistemelor tehnice au acumulat o experienţă istorică. Procesul de comitere şi corectare a erorilor a învăţat aceste societăţi nu numai modul de generare a sistemelor tehnice noi dar şi procedeele de inovare, de absorbire de către economie a acestor sisteme tehnice, procedeele de promovare a noului tehnic, de asumare şi de acoperire a riscului, de promovare a vînzării, de realizare a legăturilor economice cu sistemele tehnice comune, într-un cuvînt

un vast proces social de învăţare a promovării sistemelor tehnice noi, dar şi de renunţare, la momentul potrivit, la cele învechite. Aceasta înseamnă formarea unui număr însemnat de cadre de conducere şi de execuţie, a unui număr mare de muncitori de înaltă calificare etc. De aceea, în mod paradoxal, ţările dezvoltate sînt capabile să absoarbă ideile tehnice apărute în ţările în curs de dezvoltare cu o mare repeziciune.

Evident, economiile dezvoltate emit cu toate piedicile care se pun acestui proces, în mod voluntar sau involuntar, o mare cantitate de informaţie tehnologică care poate fi achiziţionată sub forma de cărţi și de reviste. Faptul că ţările în curs de dezvoltare nu pot fi pe scară mare beneficiarele transferului geografic de tehnologie necesită o explicaţie. Tocmai transferul geografic al tehnologiei poate servi drept ilustrare elocventă a faptului că progresul tehnic, strîns legat de economie, este totuși un domeniu autonom, de o logică proprie de evoluţie.

În lumea contemporană există fenomenul paradoxal al ţărilor subdezvoltate foarte bogate, cum sînt unele ţări cu mari zăcăminte de petrol. Marile resurse financiare de care dispun aceste ţări nu sînt suficiente pentru a achiziţiona masiv tehnologie modernă, cu toate că tehnologia nu este dintre bunurile care nu se negociază, cum este adevărul ştiinţific sau valorile morale. Tehnologia este astăzi, și este de mai multă vreme, o marfă care se vinde, desigur cu unele particularităţi, la fel ca orice altă marfă. Oricine poate achiziţiona pe piaţa mondială un proces tehnologic modern (desigur nu întotdeauna cel mai modern și în nici un caz unul al cărui proces de cercetare nu este terminat) de la un vînzător sau de la altul. Competiţia tehnologică mondială este de aşa natură încît un monopol strict tehnologic pe domenii largi ale sistemului tehnologic al societăţii este cu neputinţă. Unul din motivele principale constă pur şi simplu în faptul că excesul în păstrarea secretului blochează progresul chiar al posesorului unui sistem tehnic nou.

Dificultatea cea mai mare constă în aceea că ţările în curs de dezvoltare sînt lipsite de o suficientă capacitate de recepţie a ideilor noi, adică ele nu dispun de resursele fizice

şi umane care alcătuiesc ceea ce am putea numi aparatul economic de recepţie a informaţiei ştiinţifice şi tehnice noi. Aceasta înseamnă existenţa unui anumit nivel de dezvoltare culturală adaptată exigenţelor tehnicii moderne, un anumit nivel de dezvoltare a instrucţiunii publice şi o anumită structură a acesteia. Această orientare spre tehnică trebuie subliniată în mod special, întrucît ne putem imagina societăţi cu mare înflorire artistică, cu o rafinată gîndire filozofică dar contemplativă, toate acestea putînd fi, în anumite cazuri, mai degrabă piedici decît factori favorizanţi pentru recepţionarea tehnicii moderne. Desigur aparatul de recepţie presupune existenţa unor instituţii de cercetare fundamentală şi tehnologică proprie, întrucît chiar şi descifrarea informaţiei tehnologice presupune o capacitate de citire care necesită o calificare mult mai înaltă decît cea pe care o pot oferi instituţiile de învăţămînt superior tehnic.

Evident, capacitatea de recepţie presupune existenţa unui aparat de producţie propriu, în special a unei baze industriale şi existenţa unor fonduri de investiţii necesare pentru dezvoltarea producţiei pe baza ideilor recepţionate.

Am creionat acest aparat de recepţie în mod sumar, ceea ce ni se pare suficient pentru ilustrarea unor idei, întrucît construirea unui aparat de recepţie al unei ţări concrete nu se poate face decît printr-o muncă amplă în fiecare caz în parte. Ceea ce sperăm că rezultă din consideraţiile noastre este în primul rînd că, pentru a declanşa un proces de progres tehnic modern, orice ţară trebuie să realizeze în prealabil şi concomitent acest aparat de recepţie. În al doilea rînd, urmează că o sprijinire eficientă a ţărilor în curs de dezvoltare trebuie să aibă în vedere crearea aparatului de recepţie şi nu oferirea de soluţii tehnice moderne proiectate în vid. O ţară pur agrară nu poate începe să fabrice calculatoare electronice pe baza unui proiect, oricît de amănunţit ar fi el.

Necesitatea construirii unui aparat de recepţie a informaţiei tehnologice este principalul handicap al ţărilor în curs de dezvoltare din punctul de vedere al promovării

progresului tehnic şi implicit din punctul de vedere al creşterii economice moderne. Acest handicap reduce sau anulează avantajul rezultat din diferenţa dintre costul istoric şi preţul actual al sistemelor tehnice moderne, ceea ce explică şi faptul că decalajele economice şi mai ales cele tehnologice cresc.

În schimb ţările mai puţin dezvoltate, care ar putea să creeze inovaţiile economice, sociale, tehnice şi culturale pentru asimilarea sistemelor tehnice achiziţionabile printr-un efort propriu adecvat, pot realiza avantajul potenţial al celui rămas în urmă.

Roata ca sistem tehnic dominant milenar

Un exemplu, poate cel mai elocvent, de sistem tehnic apărut în vremuri străvechi din punctul de vedere al tehnicii contemporane noi [1] care s-a transmis din generaţie în generaţie, timp de milenii, perfecţionîndu-se continuu, întruchipîndu-se în materiale mereu noi, intrînd în combinaţii variate, supunîndu-şi chiar unele principii şi procese, transformînd alte sisteme tehnice, extinzîndu-şi continuu aplicabilitatea, urmărind eficienţa unei game din ce în ce mai diverse de operaţii tehnologice îl constituie roata şi mişcarea circulară. De aceea merită, credem, să ne oprim atenţia asupra rolului pe care ea l-a jucat în istoria tehnicii şi asupra ascensiunii ei pînă la rangul de sistem tehnic dominant, devenit omniprezent în tehnica modernă.

Se observă cu uşurinţă că roata, una din invenţiile cele mai vechi, constituie şi astăzi un element fundamental în morfologia maşinilor mecanice, iar mişcarea de rotaţie în „filozofia'' mecanică, şi dat fiind că multe tehnologii de altă natură, de exemplu chiar şi unele chimice, au ca suport sisteme mecanice, şi dincolo de domeniul mecanic. Roata şi mişcarea de rotaţie au cunoscut în istoria lor multimilenară numeroase perfecţionări şi dezvoltări, în

[1] Un specialist apreciază că roata olarului şi vehiculul pe roţi au o vechime de aproximativ 6000 de ani ; ce e drept, în comparaţie cu perioada de circa 500 000 ani de cînd omul produce unelte, roata şi mişcarea circulară sînt recente. (Vezi V. Gordon Childe, *Rotary Motion*, în *A History of Technology*, Editori Ch. Singer, E. J. Holmyard, R.R. Hall. Clavendon Press, Oxford, 1958, vol. I, p. 987.)

special prin combinarea cu mişcarea rectilinie (de exemplu prin şuruburi, elici, mecanismul bielă-manivelă) sau, recent, cu organe de o formă şi mişcare mult mai complicate cum este trohoidul din motorul Wankel. Pentru transmiterea energiei de mişcare, roata a fost modificată (de exemplu prin inventarea şi dezvoltarea roţilor dinţate, care au o îndelungată istorie de perfecţionare în cadrul evoluţiei ceasornicelor). Observaţia lui Sombart, potrivit căreia capitalismul (de fapt revoluţia industrială) a transformat majoritatea proceselor tehnologice în procese rotative, cuprinde o mare doză de adevăr [1].

Se poate cita şi cazul unor principii tehnologice mai generale, cum ar fi deformarea prin distrugere şi deformarea plastică (de exemplu piatra cioplită şi olăritul) care sînt vechi de cînd există tehnologia umană. În cazul olăritului este interesant de observat combinarea străveche dintre două principii fundamentale : deformarea plastică şi rotaţia. Privit într-o asemenea perspectivă, progresul tehnic ni se pare într-adevăr continuu !

Dar dintre toate formele posibile de mişcare, cea rotativă s-a selecţionat pentru a satisface o mare varietate de nevoi tehnologice din mai multe motive, principalele fiind, la o primă examinare, posibilitatea permanenţei şi posibilitatea staţionarităţii, posibilităţi mari de reducere a pierderilor de energie. Aceste pierderi pot fi reduse pentru că forţa inerţială în sens invers mişcării rotative se produce numai la pornirea şi la oprirea ei, în timp ce, de exemplu, la mişcarea du-te-vino (foarte răspîndită în lumea biologică, de exemplu, la mersul animalelor sau la zborul păsărilor) ea se produce la fiecare tact al mişcării ritmice.

1 ,,Rotirea, adică aplicarea principiului rotativ ... prin care se obţine o uriaşă sporire a randamentului forţei''. Şi cîteva rînduri mai departe, citîndu-l pe Reuleux : ,,După cum un filozof antic a asemănat schimbarea continuă a lucrurilor cu curgerea, exprimînd această idee în dictonul « Totul curge », tot astfel putem rezuma nenumăratele fenomene de mişcare din minunatele creaţii ale raţiunii umane pe care le numim maşini, în lapidara expresie « Totul rulează »'' (WERNER SOMBART, *Der moderne Kapitalismus*, Duncker und Humblot, München, 1928, vol. 1, partea I, p. 108.)

Astfel, roata s-a impus ca o permanență în tehnica umană [1]. Ea a fost acționată mult timp cu surse naturale de energie mai întîi umane și animale, apoi de energia vîntului și a apei. Dar pentru a ajunge să-și arate imensele posibilitățíi, roata a trebuit să aștepte crearea primei surse artificiale de energie — mașina cu abur, care dealtfel n-a fost posibilă decît datorită cunoașterii mișcării rotative și care a dat un impuls fără precedent răspîndirii acesteia din urmă. Oricare proces tehnologic care oferea posibilitatea de a se transforma în mișcare de rotație a ajuns să fie acționat cu sisteme de roți de diferite conformații, confecționate din diferite materiale, dar în special din aliaje ale fierului. Fierul și mai ales oțelul au dat mișcării de rotație o eficiență energetică fără precedent, datorită omogenității lor, preciziei cu care pot fi prelucrate, rezistenței la diferite solicitări, posibilităților noi de reducere a pierderilor prin frecare, cu ajutorul lubrifianților și mai cu seamă datorită suspendării mișcării de rotație pe mișcarea de rotație cu ajutorul diferitelor tipuri de lagăre. În zilele noastre, lupta pentru reducerea frecării în mișcarea de rotație a ajuns pînă acolo încît corpurile rotative pot fi suspendate într-un cîmp magnetic în așa fel că nu se mai produce nici un contact între ax și vreun alt corp solid sau lichid, axul fiind suspendat pur și simplu în aer.

Roata cu infinitele ei variante este, poate, exemplul cel mai vechi și cel mai tipic de element tehnic pe care inventatorul sau proiectantul din sistemul industrial modern îl găsește de-a gata, primindu-l ca pe un dar al naturii. Ei i se adaugă nenumărate elemente mecanice care s-au adăugat cu timpul : axe, bare, șuruburi, șaibe, lagăre, arcuri. Mai mult decît atît : ansambluri de asemenea „organe'' sînt oferite în stare finită : cutii de viteze, ambreiaje, cilindre cu piston etc.

Mișcarea circulară prezintă, pentru o tehnică eficientă din punct de vedere economic, avantajul că poate fi teoretic infinită, fără a se deplasa din loc. Mișcarea circulară

[1] „În jurul mișcării circulare se grupează tot ceea ce spiritul inventiv al popoarelor noastre a descoperit mai înalt în tehnică''. (A. Leroi-Gourhan, *Evolutions et techniques*, Paris, 1943, vol. I, p. 98.)

poate fi mişcare staţionară. Alimentată de o sursă de energie artificială, pusă la adăpost de intemperii sub un acoperămînt oarecare, ea poate continua atîta timp cît este alimentată cu energie şi cît timp rezistă corpurile fizice care o execută. Încorporată în maşini, mişcarea circulară face posibilă desfăşurarea proceselor de producţie indiferent de condiţiile meteorologice. În prezenţa luminii artificiale, ea nu depinde de alternanţa zi-noapte.

Desigur că şi alte procese tehnologice posedă unele din aceste însuşiri. Continue pot fi unele procese chimice sau fizico-chimice, cum este topirea metalului sau reacţiile chimice de altă natură. Dar mişcarea circulară asigură continuitatea proceselor mecanice, esenţiale pentru a încărca substanţa cu informaţie.

Iată de ce multe ramuri ale industriei se bazează pe utilizarea maşinilor în care procesul tehnologic a fost transformat în mişcare circulară fie a uneltei, fie a obiectului prelucrat. În felul acesta, împreună cu procesele fizico-chimice care se desfăşoară în recipienţi prin care curge obiectul prelucrat, industria a devenit în mare măsură independentă faţă de mediul înconjurător.

La aceasta se adaugă faptul că, datorită caracterului ei staţionar, mişcarea circulară permite concentrarea unei energii mecanice foarte mari pe un spaţiu restrîns. Aceasta face ca angrenajelor rotative să li se imprime viteze imense în raport cu vitezele obţinute de sistemele biologice.

Fiind uniformă, echilibrată, staţionară în raport cu un sistem de referinţă, mişcarea rotativă este forma de mişcare mecanică cea mai uşor de dirijat. Mai mult decît atît, marea ei dirijabilitate poate servi la comanda unor mişcări necirculare, atît timp cît această comandă se exercită prin mijloace mecanice.

Staţionarea împreună cu dirijabilitatea au permis mişcării rotative să devină mijlocul principal de transformare a altor forme de energie în energie mecanică. Energia calorică sau cea termică nu poate fi transformată în energie mecanică decît prin intermediul unor maşini rotative. Maşinile cu reacţie rectilinie (de exemplu rachetele) efectuează această transformare numai la mijloacele de transport, unde deplasarea, nonstaţionaritatea sînt condiţii pentru parcurgerea unor distanţe de către vehicule. Industria însă

nu poate face uz decît de mașini staționare, iar acestea, la un nivel dat al tehnologiei, nu pot fi decît rotative sau dirijate rotativ.

Astfel, ori de cîte ori pronunțăm cuvinte cum sînt mașină, mașinism, industrie, ne gîndim imediat la sisteme de mișcări circulare realizate prin diferite tipuri de angrenaje, care realizează o comandă relativ fină a acestui tip de mișcare.

Fiind teoretic infinită și avînd loc în jurul unui punct fix, mișcarea de rotație economisește spațiu în sensul că o mișcare continuă și de durată se poate desfășura fără întrerupere timp îndelungat, într-un spațiu redus și precis delimitat. Acest spațiu poate fi mai mare sau mai mic (să ne gîndim la moara de vînt și la ceasul de mînă), dar el, în toate cazurile, este raportat la posibilitățile de comandă ale omului.

Esențială însă este continuitatea, căci ea realizează ceea ce pentru eficiența economică este esențial și anume economia de timp. Putînd fi amplasată într-un spațiu precis delimitat și, ca atare, relativ izolată de mediu și de efectele lui perturbatoare, mișcarea de rotație poate avea loc tot timpul, zi și noapte, indiferent de anotimp.

Transformarea proceselor tehnologice rectilinii, sau discrete, sau și rectilinii și discrete, în procese rotative, asigură această continuitate, această condensare a timpului în care are loc producția. Unele produse devin niște benzi care se mișcă continuu între niște cilindri și pot fi ambalate sub formă de suluri, ceea ce iarăși constituie o importantă economie de spațiu. Laminarea (într-un sens mai larg) este, din acest motiv, unul din procedeele tehnologice cele mai răspîndite, nu numai în metalurgie, dar și în prelucrarea tuturor materialelor care, în anumite condiții realizate temporar (de exemplu de temperatură), pot fi adesea într-o stare de mare plasticitate, ca după aceea să revină la o stare de rigiditate dorită. Laminarea se utilizează în prelucrarea metalelor feroase și neferoase, în prelucrarea maselor plastice, a hîrtiei etc.

Trecerea obiectului producției printre doi sau mai mulți cilindri se utilizează și pentru aplicarea pe obiecte, aduse la o formă de bandă, a altor materiale pentru a le imprima în special informație fie în sensul neutru, fie estetic. Scrie-

rea textelor, proces discretizat prin invenţia lui Gutenberg, redevine continuă în maşinile de imprimat rotative, cu ajutorul cărora se imprimă pe o bandă de hîrtie cărţile, ziarele şi revistele. Procedeul se utilizează însă şi pentru imprimarea unor semne cu valoare estetică pe cele mai variate materiale.

Transformarea unui proces de ţesere într-un proces de aceeaşi simplitate şi productivitate cu procesul de laminare este o aspiraţie permanentă a tehnicii. Problema care trebuie rezolvată aici este realizarea unui produs în care structura materialului să asigure funcţiile complexe pe care trebuie să le posede în special textilele vestimentare.

Progresul mişcării de rotaţie a avut şi are un rol extrem de important pentru reducerea timpului de muncă pe unitate de produs.

Economisirea timpului de producţie se datoreşte şi faptului că, pe lîngă proprietăţile enumerate mai sus, mişcarea de rotaţie poate fi comandată cu o mare precizie. Precizia mişcării rotative simple (executate de o singură roată) permite combinarea roţilor în angrenaje complexe care măresc şi mai mult posibilităţile de reglare a mişcării de rotaţie. Este o preistorie fără de care revoluţia industrială nu poate fi imaginată.

Dar avantajele economice ale mişcării de rotaţie sînt imens amplificate odată cu inventarea motorului electric, rezultat al combinării electromagnetismului cu mişcarea circulară. În maşina de abur se obţine mai întîi o mişcare rectilinie, iar transformarea ei se obţine printr-un sistem relativ complicat de comenzi mecanice, care comportă pierderi de energie datorate necesităţii de a învinge momentele mari de inerţie la fiecare cursă a pistonului. Revoluţia pe care o introduce în producţie motorul electric se datoreşte, în primul rînd, faptului că mişcarea rotativă se obţine aici din punct de vedere mecanic în mod direct, mişcările oscilatorii care o produc avînd loc în domeniul electromagnetic, care, practic vorbind, nu dezvoltă forţă de inerţie.

Motorul electric reprezintă o simplificare revoluţionară a procesului de generare a mişcării mecanice rotative. Se renunţă la sistemul piston-cilindru-bielă-manivelă şi complicatele dispozitive de comandă a acestora. Dispar proble-

mele pe care le ridică frecarea la toate aceste organe şi scade uzura care afectează mai ales suprafeţele de contact ale acestora. La motorul electric există contact mecanic numai la capetele axei rotorului.

Această imensă simplificare a asigurat pătrunderea motorului electric în toate ungherele industriei şi în afara ei. Simplificarea prin reducerea numărului de piese a permis, printre altele, o extindere imensă a varietăţii dimensionale a motoarelor electrice. Aceasta a avut drept consecinţă faptul că, dacă înainte o singură maşină cu abur acţiona mai multe maşini de lucru, acum fiecare maşină de lucru este echipată cu propriul ei motor şi nu numai cu unul, ci cu atîtea cîte sînt necesare pentru a asigura o comandă precisă a organelor sale de lucru.

Aspectul halelor uzinale s-a schimbat radical, creîndu-se condiţii de muncă calitativ noi în ceea ce priveşte climatul dar şi siguranţa şi fiabilitatea.

Esenţiale din punctul de vedere al eficienţei au fost însă noile posibilităţi de comandă la care putea fi supus noul motor. El poate fi pus în mişcare cvasi-instantaneu în comparaţie cu maşina de abur la care încălzirea apei pînă la punctul de fierbere poate să dureze ore în şir. Comanda se poate efectua de la o distanţă oricît de mare. Turaţia motoarelor poate fi reglată prin varierea parametrilor curentului electric, ceea ce se poate realiza cu dispozitive relativ simple cu acţiune cvasi-instantanee.

Energia electrică poate fi cu uşurinţă reglată ca atare în afara motorului. Reglarea ei se realizează cu dispozitive extrem de simple cum sînt întrerupătoarele şi cu dispozitive care se complică pe măsură ce înaintăm în direcţia fineţei şi a complexităţii comenzii. Motorul electric reprezintă un mare pas înainte în sensul creării condiţiilor pentru automatizarea deplină a proceselor tehnologice, care în zilele noastre tinde să se realizeze cu ajutorul unor dispozitive bazate pe principii diferite, dintre care cele mai promiţătoare par a fi cele electronice.

Varietatea dimensională pe care o permite motorul electric este una din cauzele majore ale succesului său rapid. Maşina cu aburi nu poate fi miniaturizată, iar creşterea puterii sale dincolo de anumite limite creează

mari probleme ecologice şi de altă natură. Varietatea dimensională a motorului electric a permis, în afară de ameliorarea eficienţei mecanizării, pătrunderea mecanizării în domenii noi.

În ziua de astăzi, cînd se insistă atît de mult asupra problemelor ecologice, se uită faptul evident că electrificarea industriei a constituit o revoluţie din punctul de vedere al protecţiei mediului înconjurător, o dovadă că tehnica conţine în sine resurse de remediere a propriilor sale efecte negative. Motorul electric nu emite practic substanţe poluante, astfel încît unele motoare miniaturizate pot fi implantate pînă şi în interiorul organismului uman. Este adevărat că procesele catabolice nu se elimină, ci se mută la centrale (nu la toate !), dar acest fapt îngăduie să se concentreze şi să se amplasese în mod convenabil centralele cu procese poluante, astfel încît ele devin controlabile. La aceasta se mai adaugă faptul că unele tipuri de centrale electrice (cele hidraulice, maremotrice şi eoliene) nu emit deloc substanţe poluante !

Electrificarea producţiei a ridicat cu o treaptă calitativă eficienţa mişcării rotative în procesele tehnologice, iar comanda electronică a acesteia reprezintă un adaos calitativ de aceeaşi importanţă. Prin automatizarea proceselor tehnologice rotative generate electric, condensarea timpului tehnologic şi creşterea vitezei proceselor ating culmi nebănuite nu cu multe decenii în urmă.

Desigur, eficienţa tehnică şi economică a proceselor a crescut imens, dar în acelaşi timp condiţiile de lucru din uzine se ameliorează radical sub toate aspectele. Productivitatea muncii creşte, ceea ce are drept urmare, după cum se ştie, o schimbare treptată, dar pînă la urmă profundă, a structurii forţei de muncă pe ramuri şi pe genuri de activitate.

Economiştii şi istoricii, care în trecut au sesizat importanţa mişcării de rotaţie în tehnologia modernă, au dat dovadă de o mare perspicacitate. Istoria mişcării de rotaţie este nu numai un proces de continuă economisire a muncii vii, dar, mai ales, odată cu difuzarea şi evoluţia istorică a maşinilor bazate pe mişcarea de rotaţie, o continuă economisire de muncă materializată, de materiale, organe,

piese etc. Desigur, am simplifica lucrurile dacă n-am avea în permanență în vedere faptul că aceste perfecționări au avut ca urmare și au fost condiționate de perfecționări în multe domenii de activitate. Electrificarea industriei a ridicat, de exemplu, cuprul la rangul de materie primă esențială a industriei moderne, după cum automatizarea electronică a ridicat la rangul de materii prime industriale o serie de materiale semiconductoare. Progresul rotației este organic legat de un număr mare de elemente ale sistemului tehnologic al societății.

Preocuparea noastră stăruitoare pentru mișcarea rotativă ar putea să pară stranie fie prin banalitatea constatării ei, fie prin caracterul primar al analizei din punct de vedere tehnic sau fizic. Dar reamintim cititorului că scopul nostru nu a fost de a analiza mișcarea circulară în sine, ci de a ilustra, pe baza unui exemplu săritor în ochi, ideea că eficiența fizică a progresului tehnic trebuie căutată în caracterul genetic al sistemului tehnologic al societății, că acest sistem tinde să conserve în interiorul său timp cît mai îndelungat achizițiile epocilor anterioare modificîndu-le, adaptîndu-le, perfecționîndu-le, transferîndu-le dintr-un punct în altul al său, renunțînd numai în ultimă instanță la ceea ce s-a obținut printr-un efort complex de generare și selecție. Mișcarea circulară, purtătoarea ei materială, roata, apărută, probabil, încă în neolitic, continuă să fie organul de bază al majorității mașinilor, iar în altele ea îndeplinește funcții auxiliare. Într-adevăr, admirația pe care o nutreau grecii antici față de cerc ca fiind figura geometrică cea mai desăvîrșită, ar trebui să ne anime și pe noi, cei care petrecem o parte din viața noastră pe patru roți[1].

[1] Iată cum își exprima admirația față de forma circulară a roții și față de mișcarea respectivă un autor antic : ,,Nu e de mirare faptul că un miracol mai mic să fie cauzat de un miracol mai mare și faptul că contrariile se află împreună este un mare miracol, iar cercul este făcut din contrarii. Pentru început el este format din mișcare și din repaus, lucruri care prin natura lor sînt opuse unul celuilalt. Ca atare, examinînd cercul nu trebuie să ne mirăm de contradicțiile care au loc în legătură cu acesta. În primul rînd, în linia care închide cercul, ea neavînd lățime, apar oarecum două contrarii, concavul și convexul. Acestea sînt opuse unul altuia la fel ca și ceea ce este mare cu ceea ce este mic ; mijlocia fiind în acest din urmă caz egalitatea, iar

Există semne că mişcarea circulară ar putea fi înlocuită în mare măsură prin operaţii tehnologice realizate altfel. Am amintit deja metodele nerotative de distrugere controlată a materialelor. Motoarele cu reacţie au prins rădăcini puternice la mijloacele de transport aeriene şi cosmice. Dar înlocuirea în masă a mişcării de rotaţie în tehnică pare a fi de domeniul viitorului îndepărtat. Mişcarea circulară şi purtătorul ei material, roata, rămîn elemente care reprezintă şi simbolizează componenta continuă a progresului tehnic, o componentă cu o pondere imensă. Roata nu numai că a supravieţuit multor revoluţii tehnice, dar a constituit şi suportul lor. Un exemplu de constanţă prin adaptare, de statornicie prin schimbarea în detaliu şi de permanenţă a principiului.

În contextul schiţării caracterului genetic al tehnicii nu putem trece cu vederea caracterul genetic al ştiinţei aplicate în tehnică. Probabil că cele mai vechi ştiinţe sînt aritmetica şi geometria. Acestea revin în mod gratuit inginerilor încă din vremea Egiptului antic sau poate din vremuri şi mai vechi. Orice inginer contemporan îşi dă seama cît de mult datorează tehnica contemporană geometriei euclidiene şi celor patru operaţii aritmetice. Imens de mult contribuie la facilitarea raţionamentului ingineresc calculul diferenţial şi integral, rezultat al evoluţiei ştiinţifice din secolul al XVII-lea. Întreaga analiză a mişcării mecanice, dar şi a celorlalte forme de mişcare depinde de noţiunea de derivată şi de cea de integrală elaborate de Leibniz şi Newton. Multe discipline ale fizicii au primit un puternic impuls prin apariţia şi dezvoltarea calculului infinitezimal. Rezistenţa materialelor, o disciplină ştiinţifică inginerească prin excelenţă, se dezvoltă pe baza aparatului conceptual oferit de calculul infinitezimal. Opera marilor corifei ai matematicii, cum sînt Euler, Bernoulli, Gauss şi o întreagă listă din

în primul dreapta...

O altă particularitate a cercului constă în aceea că el se mişcă în două direcţii contrarii; fiindcă el se mişcă simultan înainte şi înapoi. Aceeaşi este natura razei care descrie un cerc. Fiindcă extremitatea ei revine în poziţia din care porneşte...

De aceea, aşa cum s-a mai observat, nu este de mirare că cercul este originea tuturor minunilor".

(Pseudo-Aristotele, Probleme mecanice, citat după FRIEDRICH KLEMM, *A History of Western Technology*, Allen and Unwin, Londra, 1959, p. 26.)

istoria matematicii oferă imens tehnicii contemporane, la care se adaugă discipline matematice mai noi întemeiate în secolul al XIX-lea şi dezvoltate intens în secolul al XX-lea. La aceasta se adaugă fizica, chimia şi celelalte discipline ştiinţifice ale căror rezultate intră în bagajul informaţional al inginerului într-un mod şi mai direct. Toate aceste cunoştinţe sînt cvasi-gratuite, în comparaţie cu elementele materiale ale producţiei, al căror cost este calculat pînă în cele mai mici amănunte. Întreaga operă a lui Euler, probabil unică în istoria omenirii, cu zecile de formule purtînd numele marelui matematician, intră în posesia milioanelor de ingineri şi tehnicieni din lumea întreagă timp de multe generaţii. Aceste formule revin gratuit, dar ele, la rîndul lor, contribuie la rezolvarea cu un cost foarte mic de către cei care le cunosc a unor probleme-cheie ale tehnicii.

Avînd în vedere faptul că producerea ştiinţei nu costă decît atît cît consumă creatorii ei[1] în timpul unei vieţi, o mare parte din ştiinţă revine în mod gratuit producţiei. Incomparabil mai mult decît crearea unor informaţii ştiinţifice costă de multe ori transmiterea lor. Se ştie, de pildă, că adeseori dreptul de autor nu reprezintă decît o fracţiune neînsemnată din ceea ce costă editarea şi difuzarea unei cărţi ştiinţifice. Costul învăţămîntului, care este un canal de transmitere în timp a informaţiei ştiinţifice, este mult mai mare decît costul generării ei pentru prima oară. La care se mai adaugă faptul că profesionalizarea cercetării ştiinţifice este un fenomen social de dată recentă şi că pînă de curînd cercetătorii au trebuit să-şi finanţeze prin alte activităţi munca de cercetare. Şi astăzi încă o mare parte din oamenii de ştiinţă îşi cîştigă existenţa prin alte activităţi.

Desigur, contribuţia ştiinţei la progresul tehnic şi, în felul acesta, imediat la creşterea economică merită un studiu special aprofundat. În această lucrare n-am vrut decît să arătăm de ce progresul tehnic este eficient, de ce efectele sale sînt mult mai mari decît costurile.

[1] Marx arată că costul ştiinţei este mai mic decît efectul ei, deoarece timpul de muncă necesar pentru reproducerea ei nu este cîtuşi de puţin proporţional cu timpul cerut pentru producţia ei iniţială. (KARL MARX, *Teorii asupra plusvalorii*, Editura politică, Bucureşti, 1959, p. 265.)

Creșterea vitezei de desfășurare a proceselor ca bază tehnologică a economisirii muncii sociale. Progresul tehnic și productivitatea

Spiritul abstract este mereu ispitit de dorința de a reduce infinitul la finit, varietatea la simplitate, unicul la general și multitudinea la unicitate. De aceea, el operează cu instrumente adeseori înșelătoare, cum sînt tendința caracteristică, legea, numărul, relația, funcția, cauza. A da varietății un număr unic este o performanță care ne îngăduie să operăm cu concepte care acoperă lucruri foarte diferite, dar apropiate prin ceea ce numim trăsături caracteristice.

Pentru a înțelege mișcarea istorică a unui sistem atît de mare cum este sistemul tehnologic al societății și, mai ales, pentru a înțelege modul în care el acționează în sensul majorării continue a eficienței cu care societatea operează asupra mediului pentru a atrage în circuitele sale interne de producție substanța, energia și informația existente în mediul său, cercetătorul trebuie să opereze o asemenea reducere, chiar dacă ea va fi drastică și va estompa detaliile specifice.

Care este oare caracteristica mai generală a progresului tehnic, a mișcării permanente a mulțimii de obiecte cu care operează omul în raporturile sale cu natura? Evident că ne preocupă, în primul rînd, acea trăsătură a mișcării în timp a tehnicii care are relevanța cea mai mare pentru explicarea fenomenelor economice și, în primul rînd, pen-

tru creşterea economică. Dacă pornim de la ideea exprimată de Marx, potrivit căreia orice economie se reduce în cele din urmă la economia de timp, atunci ajungem fără prea mari ocolişuri la constatarea că, în primul rînd, din varietatea de mişcări istorice ale tehnicii trebuie să reţinem, drept esenţială pentru consideraţiile noastre, creşterea vitezei proceselor tehnologice.

Deşi în literatura economică s-a acordat şi se acordă, sub diferite forme, o mare atenţie utilităţii produselor şi serviciilor, arareori se analizează legătura dintre utilitate şi timp. Dat fiind că viaţa omului este limitată în timp, pentru individ şi pentru o întreagă generaţie a unei societăţi are valoare de întrebuinţare numai ceea ce există în timpul vieţii lui şi al generaţiei sale. Produsele anterioare îi pot servi într-o măsură mai mare sau mai mică, într-un mod mai mult sau mai puţin direct, cele ulterioare vieţii sale ii sînt utile numai în măsura în care individul şi societatea au spiritul de prevedere necesar pentru asigurarea condiţiilor de viaţă ale generaţiilor următoare. Societatea este datoare să asigure condiţiile progresului său pe termen lung. Dar utilitatea cea mai sensibilă o au bunurile produse şi consumate în timpul vieţii. Nu este deloc indiferentă nici vîrsta la care individul obţine un produs sau altul. La aceasta se mai adaugă şi faptul că consumul este determinat de anumite ritmuri biologice şi naturale, date de condiţiile naturale, alternanţa anotimpurilor, a zilelor şi nopţilor, a zilelor de lucru şi de odihnă, a perioadelor de lucru şi de concediu etc. Din această cauză, utilitatea fiecărui produs, ca şi a ansamblului de mărfuri şi servicii produse depinde de timpul care se cheltuieşte pentru producerea lor şi de momentul în care ele sînt gata pentru consum. În general, cu cît mai repede avem la dispoziţie un bun stocabil, cu atît mai bine. De aceea, celelalte condiţii fiind constante, viteza de producţie are o importanţă capitală.

Analizînd istoria tehnicii, observăm că creşterea vitezei proceselor tehnologice este un proces omniprezent şi

continuu[1]. Marea majoritate a inventatorilor urmărind economisirea timpului au fost şi sînt obsedaţi de ambiţia de a mări viteza cu care omul acţionează cu ajutorul mijloacelor de producţie asupra obiectelor muncii. Creşterea vitezei înseamnă doar mărirea numărului de operaţii sau a dimensiunii unei singure operaţii pe unitatea de timp. Aceasta înseamnă, în cele din urmă, creşterea numărului de produse pe unitatea de timp de funcţionare a sistemelor tehnice, deci, la modul mai general, creşterea cantităţii de valori de întrebuinţare pe unitatea de timp. Această consideraţie mai generală se impune, întrucît caracterul de viteză este pus în legătură imediată cu deplasarea vehiculelor[2]. Reducerea timpului de parcurs între două puncte din spaţiu nu este, fără îndoială, un produs material, dar are o utilitate care ea însăşi este în continuă creştere datorită creşterii intensităţii conexiunilor substanţiale între procese de producţie specializate care se situează în puncte diferite în spaţiu. Legarea noţiunii de viteză de conceptul de utilitate iese şi mai mult în evidenţă dacă ne gîndim la conexiunile substanţiale şi informaţionale a căror importanţă în economia modernă a crescut pînă într-acolo încît toate consideraţiile privind caracterul neproductiv al operaţiilor informaţionale nu ni se par posibile decît într-o lume imaginară care, de fapt, nici nu a existat vreodată. Însăşi adaptabilitatea sistemelor tehnice unele la altele depinde de viteza cu care ele acţionează.

[1] „Direcţia urmată de construcţia de avioane constituie un exemplu al orientării întregii tehnici moderne spre viteze din ce în ce mai mari ..." „Goana după viteză a stimulat, fără îndoială, ştiinţa şi tehnica, deoarece cu cît viteza este mai mare, cu atît creşte nevoia, pe de o parte, de a înţelege procesele şi materialele legate de producerea ei, iar pe de altă parte, de a ridica nivelul specializării şi măiestriei". (JOHN BERNAL, *Ştiinţa în istoria societăţii*, Editura politică, Bucureşti, 1964, p. 574 ; 575.) Trebuie însă relevat faptul că încă Marx a surprins importanţa economică a vitezei în tehnica industrială, scriind : „... maşinile scurtează timpul de construcţie al caselor, podurilor etc. ; maşina de secerat, maşina de treierat etc. scurtează perioada de muncă necesară pentru a transforma grîul copt în marfă gata. Perfecţionările şi construcţia de vapoare scurtează, prin sporirea *vitezei* (subl.n. — — *I.L.*), timpul de rotaţie al capitalului investit în navigaţie". (KARL MARX, *Capitalul*, vol. II, E.S.L.P., Bucureşti, 1958, p. 220—221.)

[2] „În ultimii 30 de ani vitezele de tăiere la strungurile universale au crescut de 4—6 ori şi mai mult". (D. S. LVOV, *Ekonomika kacestva produkţii*, Ekonomika, Moscova, 1972, p. 99.)

Din punctul de vedere al evoluţiei tehnologiei ca atare, ni se pare importantă constatarea că spre creşterea vitezei converg nenumărate ameliorări tehnice mai generale sau mai de detaliu, care implică un mare efort de imaginaţie tehnică. Geniul tehnic, mereu confruntat cu restricţii foarte variate, nu sporeşte vitezele în mod direct, ci de cele mai multe ori prin ocolişuri întortocheate. O primă condiţie pentru a realiza o anumită viteză de funcţionare a unei maşini este existenţa unei surse suficient de bogate de energie, dar de o energie de un anumit grad de concentrare în timp şi în spaţiu. Cantitatea de energie solară este suficientă, dar ea nu poate fi concentrată în aşa măsură încît să acţioneze motoare de mare putere.

Odată ce s-a găsit principiul de realizare a unei anumite intensităţi a energiei, se ridică o mulţime de probleme de detaliu, fără de care principiul nu poate funcţiona. Este nevoie, în primul rînd, de materialul capabil să reziste la solicitările create de o anumită intensitate a energiei. De aceea, generalizarea maşinii cu abur a mers mînă în mînă cu înlocuirea lemnului ca material structural cu fierul şi, mai ales, cu aliajul de fier cu cele mai înalte proprietăţi de rezistenţă — oţelul. Atunci cînd, în afară de intensitatea energiei şi rezistenţa materialelor din care sînt confecţionate motoarele şi vehiculele, s-a mai pus şi restricţia greutăţii, oţelul a trebuit să fie abandonat în favoarea aluminiului şi a aliajelor sale, iar la o treaptă şi mai înaltă de mărire a vitezei unor sisteme tehnice cu greutate specifică limitată, în favoarea titanului şi a aliajelor sale precum şi a altor materiale.

Din multe puncte de vedere creşterea vitezei de funcţionare impune *creşterea preciziei* tuturor organelor din care este alcătuită o maşină. La primele maşini cu aburi prin spaţiul dintre piston şi cilindru putea să treacă o monedă, în timp ce la sistemele tehnice moderne toleranţele se măsoară adeseori în microni sau chiar în fracţiuni de microni. Realizarea unor atari precizii, în condiţiile producţiei de serie, este urmarea unei întregi succesiuni de perfecţionări şi mai mari şi mai mici în domeniul prelucrării materialelor, adică al maşinilor-unelte, al sculelor, al comenzilor. Realizarea unor asemenea performanţe de precizie presupune nu numai un anumit grad de perfec-

ţionare a maşinilor prelucrătoare, dar şi a materialului prelucrat[1]).

În decursul istoriei tehnicii, viteza proceselor, odată cunoscute, a crescut continuu. Această continuitate este însă fragmentată de epuizarea posibilităţilor pe care le oferă fiecare invenţie parţială, căci mărirea performanţelor unui sistem tehnic este supusă principiului efectului descrescînd. Mărirea în continuare a vitezei sistemelor tehnice după epuizarea unui principiu presupune aplicarea unui principiu nou, care urmează un nou ciclu de creştere, sporindu-i-se eficienţa prin perfecţionări parţiale, prin studierea lui mai aprofundată, prin găsirea unor subsisteme mai eficiente, prin elaborarea în profunzime a tuturor detaliilor. În cadrul reluării repetate a ciclurilor bazate pe principii noi, la fiecare ciclu se obţine mai întîi o creştere a efectului urmată apoi de o epuizare treptată a posibilităţilor de perfecţionare.

În cazul vitezei de deplasare în spaţiu, fenomenul a fost studiat mai amănunţit şi înfăţişat sub forma unei succesiuni de curbe de saturaţie peste care se suprapune o curbă înfăşurătoare, şi ea tinzînd către o limită, cunoscut fiind faptul că există o limită absolută a vitezei.

O discuţie mai detaliată o merită ameliorările parţiale. Din cauza interdependenţei sistemelor tehnice, o invenţie nouă se naşte într-o formă plăpîndă din cauză că sistemele conexe, cu care ea este în interdependenţă, se află de obicei la un nivel de dezvoltare inferior şi nu fac faţă noilor exigenţe pe care le ridică principiul tehnic nou. De obicei nu există materiale avînd proprietăţile superioare necesare, sau nu există maşini cu suficientă productivitate care să realizeze configuraţia sau precizia cerute. Mai dificil poate fi cazul cînd un principiu nou depinde în mod hotărîtor de existenţa unui alt principiu nou, care abia urmează să fie inventat. În acest caz, succesul invenţiei trebuie să aştepte pînă la apariţia acestui al doilea principiu, ceea ce poate dura uneori multă vreme.

1) „În ultima jumătate de secol pecizia pieselor mecanice a făcut un progres care se măsoară cu un coeficient de patru, iar mijloacele metrologice au atins un şi mai mare grad de perfecţiune". (Pierre Bézier, *L'industrie mécanique: retrospective et prospective*, în „Problemes économiques" din 28.I.1976.)

Creşterea vitezei presupune ameliorarea altor parametri fundamentali ai sistemelor tehnice. În cazul sistemelor mecanice, a căror istorie este mai bine studiată şi este mai accesibilă nespecialistului, una din condiţiile greu realizabile la început a fost precizia de îmbinare a pieselor. O asemenea creştere a preciziei, care a evoluat treptat de-a lungul a multe decenii, a fost posibilă prin perfecţionarea continuă a maşinilor-unelte. La rîndul său, perfecţionarea maşinilor-unelte a presupus perfecţionarea tuturor subsistemelor acestora. Această perfecţionare a avut loc concomitent cu creşterea productivităţii lor, care a constat şi ea, în primul rînd, în creşterea vitezei de aşchiere în condiţiile unor precizii tot mai înalte. Aceasta s-a realizat prin creşterea puterii sistemului maşinii-unelte, prin creşterea puterii de acţionare. În ceea ce priveşte aceasta din urmă, trecerea de la maşina cu aburi la motorul electric a constituit o modificare radicală a acţionării. Dar avantajul trecerii la acţionarea electrică a constat în principal în posibilităţi mult sporite de comandă a maşinii. Creşterea vitezei de aşchiere a necesitat materiale de aşchiere din ce în ce mai rezistente. De la oţelul rapid s-a trecut la plăcuţe din pulberi metalice sinterizate, apoi la alte materiale, multe din ele aflîndu-se şi în prezent în studiu, căci deja există o varietate de asemenea materiale, dar în unele cazuri costul continuă să fie prohibitiv.

Creşterea vitezelor este strîns legată de creşterile temperaturilor, presiunilor, ale unor forţe cinematice, ale tensiunii curenţilor electrici, ceea ce, la rîndul său, creează probleme de reglare a căldurii, de găsire a materialelor care să suporte presiunile şi temperaturile crescute.

Creşterea vitezei mişcărilor mecanice, implicînd creşterea frecărilor, a atras după sine căutări pentru găsirea unor mijloace de reducere a acestora. Lubrifierea era cunoscută din vechime, dar în condiţiile creşterii exigenţelor faţă de precizie a fost nevoie de studiul special al procesului de lubrifiere, proces care are o istorie proprie, ce e drept puţin cunoscută şi puţin prezentă chiar şi în mintea inginerilor.

O altă direcţie în care a evoluat tehnica de reducere a frecărilor a fost inventarea şi dezvoltarea unor dispozitive mecanice speciale, cunoscute sub denumirea de lagăre

— de alunecare şi de rostogolire. Istoria acestora a cunoscut numeroase perfecţionări şi invenţii, astăzi existînd o mare varietate de asemenea lagăre, în funcţie de scopul pe care urmează să-l îndeplinească, avîndu-se în vedere costul lor. Printre ultimele realizări se numără rulmenţii magnetici, una din părţi fiind susţinută sub un cîmp magnetic, astfel că între cele două elemente ale rulmentului nu există nici un contact mecanic, lubrifiantul fiind aerul[1].

Răcirea sistemelor mecanice, consecinţă a faptului că o parte a energiei mecanice ce se transformă datorită frecărilor inevitabile în căldură şi datorită altor cauze, una din cele mai importante fiind reglarea temperaturii, este o preocupare constantă. Există astăzi o întreagă gamă de sisteme de răcire : cu aer, cu apă şi cu diverse alte lichide, unele rezultate dintr-o dozare savantă a componentelor.

Dat fiind că sistemul modern de maşini şi deci de sisteme tehnice este format în proporţie covîrşitoare din metale şi mai ales din aliaje ale fierului, una din problemele majore ale tehnicii este lupta împotriva coroziunii care distruge anual milioane de tone de metal. Lupta împotriva coroziunii este un capitol special al tehnicii, producţia de materiale anticorozive fiind o subramură specială a industriei chimice, ea însăşi fiind rezultată din numeroase invenţii şi cercetări.

Creşterea vitezelor a dus la solicitări tot mai mari ale materialelor ceea ce, desigur, presupune cunoaşterea proprietăţilor de rezistenţă ale materialelor de diferite forme. Spiritul uman investigator a abordat această problemă înainte ca ea să fi avut o importanţă critică. Dar apariţia construcţiilor de maşini ca ramură *economică* de-sine-stătătoare a dat naştere nevoii de a se promova în mod sistematic, profesional, o ştiinţă specială care să

[1] Reducerea frecărilor, preocupare veche, pare să se bucure de o atenţie din ce în ce mai mare. „... la graniţa dintre mecanica solidelor şi mecanica fluidelor s-a conturat, în perioada 1960—1970, tribologia, iniţial definită ca « ştiinţa şi tehnologia interacţiunii suprafeţelor în mişcare relativă şi a aplicaţiilor ce rezultă »; în prezent ea cuprinde integral importantul domeniu al frecării, lubrificaţiei şi al uzurii''. Pentru detalii, vezi : DAN PAVELESCU, *Revoluţia ştiinţifică-tehnică şi apariţia şi evoluţia tribologiei*, în volumul *Revoluţia ştiinţifică şi tehnică*, Editura Academiei, 1974.

poată reduce la un sistem de concepte și relații simple, exprimabile succint, infinita varietate a condițiilor în care obiectele materiale sînt supuse la diferite solicitări. Aceste cunoștințe au putut fi relativ curînd concretizate sub formă matematică, deoarece matematica care se dezvoltă în contact cu fizica posedă deja în mod potențial instrumentele cu care cunoștințele empirice pot fi concentrate sub o formă generală care pune la îndemîna constructorului de mașini criterii sigure de previziune a comportamentului organelor de mașini în condiții statice și dinamice date. Totodată, această formă a permis crearea unei discipline de învățămînt care, într-un curs, poate fi asimilată de studenți, dîndu-le posibilitatea ca, odată intrați în practica profesională, să rezolve problemele de concepție și de execuție pe care le ridică conceperea, proiectarea, producerea și exploatarea unei mașini.

Odată cu crearea unei cereri în masă de oțel și după inventarea primului procedeu de producere pe scară industrială a acestuia, a apărut nevoia unei științe speciale a fabricării aliajelor de fier. Metalurgia a devenit și ea o știință distinctă de aplicare a cunoștințelor chimice și fizice la producerea metalului și, ceea ce este și mai important, la perfecționarea lui. Căci ceea ce se putea obține pe cale empirică pentru ameliorarea caracteristicilor de rezistență a obiectelor din metal s-a epuizat destul de repede. Dealtfel, fierul fiind cunoscut de multă vreme, acest proces de folosire a resurselor empirice de ameliorare s-a consumat în mare parte încă înainte de revoluția industrială. Totodată, trebuiau ameliorate procedeele de producere a metalului. Acestea pot fi și ele privite sub aspectul măririi vitezei de elaborare a unor metale de calitate dată.

În această privință mărirea volumului furnalelor, durata șarjelor, folosirea unor surse mai eficiente de energie și de elemente de aliere au jucat un rol important. Nici aici creșterea productivității în sensul ei simplificat de viteză nu s-a putut obține în mod direct, urmărindu-se o singură linie a evoluției, de pildă în sensul îmbogățirii continue a cunoștințelor dintr-un singur domeniu. Progresele siderurgiei se datorează și ele contopirii treptate într-un flux mare a unor cunoștințe provenite din izvoare diferite

şi depărtate care se unesc în cursuri de apă din ce în ce mai mari pînă a ajunge în fluxul mare al progresului procesului metalurgic. Imaginea unui bazin orografic ni se pare sugestivă pentru reprezentarea plastică a procesului de acumulare a cunoştinţelor din punctul de vedere al unui singur proces tehnologic.

Desigur că o asemenea imagine este considerabil simplificată, în primul rînd pentru că nu ţine seama de semnalele pe care procesul le emite în sens invers către izvoare, de cele care apelează la domenii care încă nu au contribuit la evoluţia procesului avut în vedere şi, apoi, de faptul că aceleaşi domenii de cunoştinţe, aceleaşi izvoare adapă mai multe procese tehnologice uneori fundamental diferite.

În termeni economici, creşterea vitezei de funcţionare a maşinilor economiseşte atît munca vie cît şi capitalul fix sau fondurile fixe, sporind eficienţa amîndurora. Această creştere a efectului este mai puţin decît proporţională cu creşterea vitezei în unităţi de măsură fizice, deoarece, pe de o parte, conducerea unor maşini cu viteze mai mari presupune o calificare mai înaltă a operatorului, iar, pe de altă parte, după cum am văzut, creşterea vitezei unei maşini presupune cheltuieli sporite de fabricaţie, deoarece sporul de viteză se obţine printr-un complex de modificări tehnice. Aceasta explică în parte fenomenul paradoxal al tendinţei de creştere a nivelului preţurilor maşinilor pe piaţa mondială, în ciuda faptului că şi producerea maşinilor înseşi devine din ce în ce mai eficientă.

Chiar şi o măsură de creştere a vitezei de lucru a maşinilor, cum este automatizarea sau comanda numerică, aparent îndreptate exclusiv spre reducerea necesarului de muncă vie, măreşte considerabil productivitatea maşinilor, deoarece măreşte şi timpul-maşină, adică timpul în care maşina acţionează în mod direct asupra obiectelor prelucrate.

Creşterea vitezei, ca tendinţă generală a progresului tehnic, învederează dificultăţile practice pe care le întîmpină distingerea între tipurile de progres tehnic definite în teoria economică, cum sînt de pildă progresul tehnic economisitor de muncă sau cel economisitor de fonduri. Încă odată iese în evidenţă caracterul său complex, rezul-

tat din interacţiunea dintre logica tehnică şi reglajele economice.

Legătura dintre viteză şi valoarea de întrebuinţare, pe care doar am amintit-o mai sus, este aceea care aruncă puntea dintre tehnică şi economie, complicînd însă totodată întreaga problemă. Mărirea vitezei nu este un scop în sine aşa cum apare ea atunci cînd o privim dintr-un punct de vedere pur tehnic, ci ea trebuie să fie utilă societăţii în cadrul restricţiilor date de cheltuielile pe care societatea sau unitatea economică poate să şi le permită pentru obţinerea ei.

Dar chiar şi din punct de vedere tehnic, orice pas în direcţia măririi vitezei de funcţionare a sistemelor tehnice ridică problema asigurării fiabilităţii lor. Căci orice asemenea pas supune elementele sistemului la solicitări sporite, mărind rata defectărilor sau ducînd chiar la autodistrugerea sistemului, ceea ce se întîmplă de cele mai multe ori atunci cînd sistemul tehnic nou se află în perioada lui infantilă. De aceea, orice avans în ceea ce priveşte mărirea vitezei trebuie să se sprijine pe măsuri tehnice care să ridice fiabilitatea şi siguranţa de exploatare pînă la nivelul anterior, protejînd sistemul tehnic însuşi ca şi pe oamenii care îl conduc. Aceasta generează numeroasele conexiuni în cadrul sistemului tehnologic de care am vorbit mai sus şi asupra cărora va trebui să revenim mereu : materiale mai adecvate, precizie mai mare, control mai rapid etc.

Revenim la exemplul banal al mijloacelor de transport pentru a sugera o imagine plastică a complexităţii legăturilor pe care le generează creşterea vitezei : în afară de fiabilitatea automobilului ca atare, este nevoie de ameliorarea substanţială a drumurilor, ceea ce înseamnă nu numai crearea unei suprafeţe adecvate, dar şi o ameliorare a traseelor, sisteme de semnalizare, o reţea largă de staţii de benzină, de ateliere de reparaţii. Serviciile post-vînzare devin astfel parte integrantă a sistemului tehnic şi nu un simplu adaos la maşină şi cu atît mai puţin o favoare făcută cumpărătorului. Întrucît în condiţiile economice, fiabilitatea tuturor sistemelor tehnice nu poate fi foarte ridicată şi cu atît mai puţin absolută, service-ul, adică serviciile de reparare şi întreţinere, ajung să facă

parte, desigur într-un mod specific, din sistemul tehnic respectiv. Altfel el se autoblochează foarte curînd, devenind inutile atît din punct de vedere tehnic, cît și economic. O unitate industrială care produce mașini fără să producă servicii post-vînzare nu are, bineînțeles, nici o șansă să intre în competiția internațională.

Mărirea vitezei proceselor tehnologice echivalează cu producerea unui număr sau a unei cantități mai mari de produse sau servicii pe unitatea de timp. Cu alte cuvinte, are loc o creștere a productivității fizice a muncii sau/și a mașinilor. Dar aici intervine principala contradicție dintre tehnică și economie, care complică condițiile în care are loc procesul tehnologic. Creșterea productivității fizice trebuie recunoscută de societate, la fel cum marfa individuală pentru a se realiza și a realiza munca conținută în ea trebuie să fie socialmente necesară. Cu alte cuvinte, și creșterii productivității fizice, pentru a deveni o creștere economică a productivității, trebuie să-i corespundă o creștere a cererii pentru produsul sau serviciul produs cu productivitate mai mare. Iată de ce, creșterea vitezei de funcționare a unui sistem tehnic, ea însăși, după cum am văzut, un proces complex care implică modificarea unui număr de subsisteme tehnice, constituie începutul unui nou proces, uneori complicat, de adîncire a cunoașterii nevoii pentru cantitatea sporită de produse obținute prin viteza de funcționare mărită.

Un prim pas pentru recunoașterea acestui spor de viteză este reducerea costului unitar al produselor fizice obținute cu viteza sporită. Procesul se complică prin caracterul complex al utilității produselor. Efectul reducerii prețului de cost poate fi o creștere mai mare a cererii de unități fizice decît reducerea costului, o creștere invers proporțională sau una inferioară proporționalității inverse. În termeni economici, aceste proporții între mișcarea costurilor și mișcările cererilor se exprimă prin noțiunea de elasticitate a cererii față de preț, care poate fi supraunitară, unitară și subunitară, respectiv corespunzător cu cele trei situații enumerate. O elasticitate supraunitară constituie un nou stimulent pentru sporuri de viteză, una subunitară atrage atenția asupra faptului că un nou

spor de productivitate fizică ar putea să nu fie însoţit de efectele scontate.

Diferenţa dintre cost şi preţ ne dă un oarecare spaţiu de ajustare, un „joc'' care ne îngăduie o oarecare libertate de opţiune şi de acţiune în procesul complex al promovării creşterii vitezei de funcţionare a sistemelor tehnice.

Trebuie să avem în vedere faptul că invenţiile şi aplicarea acelora care măresc vitezele de funcţionare a sistemelor tehnice comportă un cost suplimentar. Acesta se află şi el într-o anumită proporţie cu sporul de viteză, care poate fi mai mic, egal sau mai mare decît sporul de cost.

Toate acestea se desfăşoară însă în condiţiile în care procesele economice au loc cu decalaje de timp.

Din cauza abstracţiilor cu care operează prin tradiţie ştiinţa economică, ne-am obişnuit cu ideea că reacţiile la acţiunile economice au loc instantaneu, ca şi cum economia ar fi o reţea electrică. În realitate, toate efectele acţiunilor economice se produc cu decalaje mai mari sau mai reduse de timp. De aceea, în momentul în care se adoptă o decizie economică, toate calculele care stau la baza ei sînt calcule anticipative care au în vedere un viitor care, prin natura lui, nu poate fi cunoscut cu precizie. Economia planificată reduce această incertitudine, dar nu o poate anula, fie şi din cauză că ea se află în legătură cu economii neplanificate.

Decalajul de timp este şi el o noţiune abstractă. În realitate, în acest decalaj de timp se întreprind acţiuni economice menite să realizeze efectele sporului de viteză de funcţionare a sistemelor tehnologice.

Un caz care merită o deosebită atenţie este cel al sporirii vitezei de funcţionare a sistemelor tehnologice care produc mijloace de producţie, căci ele pun şi mai pregnant în evidenţă contradicţia profundă dintre sporul de viteză în sens tehnic şi creşterea productivităţii în sens economic. Să ne închipuim că în procesul *A* se produc mijloace de producţie *B* în vederea producerii bunului de consum *C*. Dacă cererea de bunuri de consum *C* este susceptibilă să crească timp îndelungat, atunci, evident, un spor de productivitate fizică în producţia mijloacelor de producţie *B* este de dorit. Dacă însă cererea de bunuri

de consum C nu are şanse să crească, mărirea vitezei de fabricaţie a mijloacelor de producţie B este neraţională şi invenţiile mărind viteza de funcţionare a proceselor tehnologice producătoare de B sînt inutile dacă B nu poate avea o altă destinaţie.

În realitate, lucrurile sînt mult mai complicate şi prezintă curse primejdioase mai ales pentru ţările în curs de dezvoltare. Producţia industrială modernă este profund specializată şi mijlocul de producţie B se realizează de mai multe unităţi productive. El însuşi poate fi folosit în producerea mai multor feluri de bunuri de consum C_1, C_2, ...,C_n. Evoluţia lui B ne permite să mărim sensibil productivitatea în producerea bunurilor de consum. Cererea internă fiind nesatisfăcută, considerăm drept raţională orice accelerare a vitezei de producere a mijloacelor de producţie B. Treptat, în economia naţională se instalează un număr mare de maşini B, fără să se observe că în altă parte se acumulează condiţiile pentru înlocuirea maşinilor B cu altele, mai productive. La un moment dat, economia ajunge să poarte o mare povară de maşini B care nu pot fi înlocuite cu maşinile B_1, mult mai productive, care se produc în alte ţări.

Înlocuirea devine dificilă nu numai din cauza fondurilor mari imobilizate în maşinile B, dar şi din cauza faptului că o mulţime de oameni şi-au legat interesele de maşinile B în diferite moduri, fie dobîndind o calificare potrivită numai pentru maşina B, fie obişnuindu-se cu organizarea producţiei specifică maşinilor B.

Vedem încă o dată că mărirea vitezei de funcţionare a sistemelor tehnologice nu este un scop în sine. Cazul limită care reduce la absurd contradicţia noastră ar fi producţia automată de căruţe în locul tractoarelor şi al automobilelor. Desigur, nimeni nu s-ar gîndi să inventeze maşini automate de produs căruţe, dar există pericolul de a se investi fonduri importante pentru mărirea producţiei şi a productivităţii unor sisteme tehnice care nu se plasează pe tendinţele magistrale ale progresului tehnic. Iată de ce în epoca noastră prognoza tehnologică, cu toate slăbiciunile inerente oricărei anticipări a viitorului, este un element necesar al tuturor activităţilor tehnologice şi economice.

Progresul tehnic și productivitatea. Exprimarea productivității sub forma unui raport aritmetic între numărul de produse și numărul de ore de funcționare a unui sistem tehnologic sau pur și simplu de ore de muncă, utilă din multe puncte de vedere, este totuși o simplificare care implică ideea că orice mărire a vitezei de funcționare a sistemelor tehnologice trebuie acceptată ca fiind o binefacere. În realitate, după cum am sugerat, doar în sens economic, creșterea productivității este un proces infinit mai bogat decît creșterea vitezei de funcționare a sistemelor tehnologice și comportă acțiuni mai complexe de promovare decît invențiile care sporesc viteza tehnică de funcționare.

Pe de altă parte însă, spre binele economiei, acesta este un sistem elastic, flexibil, suplu, plin de jocuri și toleranțe foarte mari. Sistemul economic este cu totul altceva decît un sistem tehnic, de exemplu o mașină-unealtă. Este adevărat însă că în această mare elasticitate rezidă și pericolul de a nu se sesiza la timp acțiunea unor factori noi, dar și posibilitatea de adaptare cu costuri relativ reduse la situațiile noi. Aceasta se bazează și pe o oarecare flexibilitate a sistemelor tehnologice, care ea însăși trebuie urmărită în mod deliberat.

Din cauza contradicției dintre viteza în sens tehnic și productivitatea în sens economic, linia automată, care reprezintă la un moment dat culmea în ceea ce privește viteza de funcționare, nu este o perfecțiune în sine. În principiu, instalarea unei linii automate trebuie să aibă loc numai în cazurile în care produsul respectiv este socialmente necesar. Întrucît costul ridicat al liniilor automate poate în multe cazuri să nu asigure recuperarea investiției făcute, cercetările tehnologice caută cu înfrigurare soluții care să îmbine cerințele contradictorii din punct de vedere tehnologic ale maximizării vitezei de funcționare în condițiile unei anumite flexibilități a liniilor automate. Desigur, această problemă se rezolvă treptat prin realizarea unor sisteme de comandă mai flexibilă a operațiunilor cum este, de exemplu, comanda numerică a mașinilor individuale.

Raportul dintre viteză și productivitate este un caz particular al raportului dintre tehnică și economie, raport

complex conţinînd elemente de contradicţie profundă şi altele de coincidenţă de interese. Reglarea tehnicii de către economie prin conexiuni inverse este o necesitate de care ne ocupăm într-altă parte a acestei cărţi.

Concepţia simplificată a productivităţii muncii are în vedere un singur gen de progres tehnic, acela care duce la ameliorarea proceselor de producţie. Dar aceasta nu este decît un aspect al progresului tehnic. După numeroase aprecieri, în progresul tehnic predomină progresele produselor şi nu ale proceselor[1]. Desigur, o distincţie netă este imposibilă, în primul rînd pentru că multe produse, mijloace de producţie implică procese tehnologice noi. Apoi, o parte din produse sînt atît mijloace de producţie cît şi bunuri de consum. În general, se ştie cît de mari sînt dificultăţile metodologice şi practice ale separării dintre bunurile de consum şi mijloacele de producţie. Cert este însă că progresul tehnic nu constă numai în mărirea productivităţii în producerea unor bunuri care sînt mereu aceleaşi. Modificarea metodelor de producţie atrage după sine modificarea produselor şi invers. Progresul tehnic se exercită în mod unitar asupra producţiei de mijloace de producţie şi asupra bunurilor de consum.

Pe scară socială productivitatea muncii depinde nu numai de vitezele cu care se produc diferitele produse individuale, ci şi de calitatea legăturilor dintre acestea. Prin reducere la absurd, ne putem imagina o economie perfect haotică din punctul de vedere al legăturilor dintre procesele tehnologice individuale, în care fiecare dintre acestea din urmă se realizează cu o înaltă productivitate, dar în care productivitatea funcţionării întregului sistem este nulă sau negativă, din cauză că produsele nu pot fi utilizate în fazele următoare ale procesului social de producţie şi întregul sistem nu este racordat la volumul şi structura nevoilor. Astfel, într-o asemenea economie absurdă, imaginară se produc piese care nu sînt necesare

[1] „O mare parte din progresul tehnic în cadrul creşterii economice moderne se concentrează asupra creării de bunuri de consum noi şi nu asupra unor maşini mai bune sau asupra materiilor prime pentru producerea bunurilor vechi". (SIMON KUZNETS, *Innovations and Adjustements in economic Growth*, în „The Swedish Journal of Economics", 4/1972.)

producătorilor de mașini, mașini nepotrivite proceselor de producție existente, bunuri de consum pe care nu le cer consumatorii etc. În parte, această situație este frecventă în capitalism, unde producătorii, neputînd niciodată fi perfect informați asupra nevoilor celorlalți producători și ale consumatorilor, produc pentru stocuri care nu vor fi folosite niciodată. O planificare de un înalt grad de perfecțiune poate genera o informație suficientă pentru a reduce la minimum producții inutile, deși nu le poate elimina în întregime, din cauza complexității proceselor economice într-o economie dezvoltată.

Productivitatea fizică trebuie corelată și cu ceea ce este bine cunoscut ca fiind ciclul de viață a produsului. În faza incipientă a ciclului de viață, o productivitate fizică ridicată este imposibilă din cauza a numeroase piedici de natură tehnică, umană și economică, mașinile producătoare sînt încă imperfecte și puține, nu s-a acumulat încă suficientă experiență în producerea noului produs, cererea este încă reticentă, prețurile ridicate etc. În perioada de ascensiune a unui produs nou, productivitatea fizică în fabricarea lui crește continuu, fiindcă acțiunea factorilor, adeseori menționați, scade. În perioada de succes maxim a ciclului de viață, productivitatea fizică tinde să coincidă cu productivitatea economică. Dar în perioada de declin a produsului, productivitatea fizică ridicată devine tot mai antieconomică, întrucît produsele realizate cu ajutorul ei nu mai sînt cerute. Societatea trebuie să renunțe la această productivitate fizică atinsă în favoarea uneia mai scăzute încă, dar aplicate unui produs nou, necesar.

Este imposibil să se separe în două această unitate indestructibilă a progresului tehnic. El se desfășoară, după cum se știe, în cadrul unor mari transformări economice și sociale. Progresul tehnic are loc odată cu industrializarea și dezvoltarea industriei, iar mai tîrziu, odată cu creșterea importanței sectorului terțiar. La un moment dat pînă și cercetarea științifică și tehnologică devine un sector economic important nu numai pentru că de dezvoltarea lui depinde în mod direct creșterea economică, dar și pentru faptul că ponderea lui constitutivă și dimensiunile absolute devin mari.

Toate aceste procese au loc în condiţiile unei urbanizări tot mai pronunţate şi nu pot avea loc decît odată cu aceasta. În marile aglomerări urbane consumurile cele mai elementare, cum ar fi cel alimentar, nu mai pot avea loc după modelul consumului rural; producţia, repartiţia, circulaţia şi consumul de alimente au loc într-un cu totul alt mod decît în tradiţia rurală. Acest nou tip de consum alimentar este rezultatul progresului tehnic, al unui mare număr de invenţii. Telefonul, automobilul, frigiderul, aspiratorul de praf, aparatul de radio şi televizorul, penicilina şi vaccinul antipoliomielitic nu sînt simple „binefaceri ale civilizaţiei", sau „factori nocivi", ci sînt nevoi stringente, fără de care viaţa în marile aglomeraţii urbane ar fi de nesuportat.

Această unitate a progresului tehnic ca fenomen social larg, care modifică nu pur şi simplu o viteză şi o productivitate banală, ci ansamblul vieţii individuale şi sociale, pune o problemă economică de principiu. Care este explicaţia faptului pentru care numai o parte (şi încă nu prea mare) a invenţiilor realizate pe plan tehnic intră în circuitele economice, cu alte cuvinte de ce cercetarea în sensul cel mai larg al cuvîntului este redundantă, de ce sistemul economic respinge o mare parte din soluţiile tehnice noi sau cel puţin le amînă aplicarea? Evident, pentru că o invenţie trebuie să se încadreze, după cum am văzut, în sistemul tehnic existent, să nu-l devanseze prea mult. Mecanismul realizării economice al invenţiei este analog cu cel pe care Marx l-a descris pentru realizarea mărfii. Pentru a se realiza, invenţia trebuie să fie socialmente necesară. Inventatorul poate avea o idee despre nevoia socială, după cum o poate avea şi producătorul de mărfuri. Dar numai ajungînd în contact cu sistemul de relaţii economice, invenţia poate să-şi verifice utilitatea socială. Ca şi marfa, invenţia trebuie să realizeze saltul mortal dintre producţie şi utilizare.

Desigur că mica producţie de mărfuri în care producătorul individual se prezenta pe o piaţă fizică şi-şi striga marfa este o abstracţie. Inovatorul, cel care îşi asumă sarcina de a promova o invenţie, poate contribui la crearea nevoii sociale, la extinderea ei. El poate acţiona asupra cererii prin multiple mijloace, multe dintre ele

fiindu-i puse la dispoziţie de progresul ştiinţific şi tehnic. Dar această acţiune nu este de fapt altceva decît un procedeu sau un ansamblu de procedee pentru a pune în evidenţă o nevoie existentă latent sau un mijloc mai bun de satisfacere a unei nevoi evidente. Atunci cînd o invenţie este în contradicţie frapantă cu nevoile societăţii, ea va fi respinsă în mod categoric, chiar dacă din punct de vedere strict tehnic invenţia pare ademenitoare. Această contradicţie dintre tehnic şi economic stă la originea tragediilor multor inventatori şi cercetători care şi-au sacrificat toate forţele pentru crearea unui sistem tehnic nou inutil sau *încă inutil* din punct de vedere social.

Creşterea vitezei proceselor de producţie este şi în legătură cu dimensiunile proceselor şi instalaţiilor tehnologice. Creşterea necesarului de spaţiu este supracompensată prin creşterea mai rapidă a cantităţii de produs pe unitatea de timp. Dar pentru a funcţiona în mod eficient, un proces de proporţii mărite atrage după sine nevoia de a se rezolva o reţea de probleme de rezistenţă a materialelor, de reglare, de alimentare şi de evacuare a reziduurilor procesului. Cu alte cuvinte, orice schimbare a dimensiunilor procesului implică probleme de organizare şi reglare tehnologică. De cele mai multe ori, creşterea dimensiunilor proceselor tehnologice (dealtfel ca şi reducerea dimensiunilor lor) a depăşit, în cîteva etape succesive, posibilităţile de manipulare şi dirijare ale organismului uman.

Creşterea dimensiunilor ca şi creşterea vitezei atrag după sine *nevoia de dirijare* exercitată cu mijloace altele decît organele omului. Problema dirijării proceselor tehnologice a devenit acută imediat ce maşinii de lucru i s-a adăugat o sursă de energie artificială, care a dus la o concentrare fără precedent a energiei pe unitatea de timp şi spaţiu, depăşind cu mult energia desfăşurată a organismului uman şi, implicit, posibilităţile de reglare de care dispune organismul uman. Primele organe de comandă au fost de natură mecanică : pîrghia, roata dinţată şi angrenajele ei, frîna şi ambreiajul. Au urmat sistemele de comandă electrice, mult mai eficiente şi mai precise : curentul electric poate fi conectat sau deconectat instantaneu,

tensiunea şi intensitatea lui pot fi variate şi ele cu diferite dispozitive. Printr-o ingenioasă combinaţie a conectărilor şi deconectărilor curentului electric se pot utiliza instalaţii de comandă cu un grad relativ înalt de sistematizare.

Progresul sistemelor de comandă a culminat în zilele noastre cu comanda electronică de o complexitate şi precizie radical deosebite de posibilităţile oferite de sistemele mecanice şi electrice (şi de altele care au jucat un rol mai redus în dezvoltarea tehnicii).

Creşterea vitezei s-a realizat, după cum se ştie, prin combinarea şi integrarea unor procese tehnologice disparate. Banda rulantă este exemplul clasic cel mai răspîndit. Dar această combinare presupune sincronizarea operaţiilor unor maşini şi oameni, ceea ce a dat naştere unor noi probleme de comandă, mult mai complexe, care au fost rezolvate treptat, adoptîndu-se mereu noi principii de comandă care au culminat prin linia automată de maşini din zilele noastre.

Numai că linia tehnologică cu operaţii succesive şi-a dat în vileag nu numai avantajele, ci şi unele dezavantaje de principiu, printre care în primul rînd lipsa de flexibilitate tehnică şi economică.

De aceea, automatizarea a urmat nu numai calea perfecţionării comenzii la liniile de transfer, ci s-a diversificat prin adoptarea unor sisteme de comandă individuală a maşinilor-unelte, cum este, de exemplu, comanda numerică sau prin concentrarea operaţiilor de prelucrare, un număr mare de operaţii executîndu-se automat şi simultan asupra unei singure piese etc.

Economia relativă de timp, spațiu, substanță, energie și informație

În cele din urmă trebuie să găsim un mod sintetic de exprimare a eficienței tehnicii și a dinamicii ei istorice a progresului tehnic.

Se știe că progresul tehnic duce la creșterea continuă a productivității muncii sociale, dar conceptul de productivitate a muncii sociale este, după cum am văzut, un concept general, exprimat valoric, în care se dizolvă și dispar efectele specifice ale progresului tehnic, care constau în crearea de valori de întrebuințare, adică obiecte fizice noi, cu o structură nouă, mijloace de producție și bunuri de consum care permit o nouă abordare a lumii înconjurătoare, astfel încît, în cele din urmă, se creează noi moduri de consum social și individual. Prin aceste schimbări fizice, progresul tehnic determină adînci modificări sociale, schimbă structura producției, îmbogățește consumul, eliberează tot mai mulți oameni de efortul productiv, permițînd unui număr mai mare de oameni să iasă din sfera contactului cu substanța și să se ocupe de activități prin excelență generatoare și manipulatoare de informație. Chiar și pe cei care rămîn în sfera producției materiale, progresul tehnic îi scoate din interiorul procesului de producție propriu-zis, situîndu-i alături de el.

Progresul tehnic realizează economii specifice față de efectele care se obțin în procesul de producție. Le realizează într-un mod complicat și contradictoriu, printr-o ramificată rețea de conexiuni, imposibil de descris în amă-

nunţime. Balanţa legăturilor dintre ramuri ne dă o idee vagă şi estompată a acestor legături la un moment dat.

Aşadar, ce economiseşte progresul tehnic în termeni nevalorici? Oare putem găsi o expresie generală şi simplă a efectelor economisitoare ale progresului tehnic, în termeni fizici, ai valorilor de întrebuinţare asupra cărora acţionează procesul social istoric de care ne ocupăm aici?

Progresul tehnic economiseşte timp, spaţiu, substanţă, înlocuindu-le cu informaţie şi apoi consumînd ceea ce a economisit pentru satisfacerea altor nevoi sau pentru satisfacerea aceloraşi nevoi într-un alt mod. Dar nici cantitatea de informaţie disponibilă nu este nelimitată. La un moment dat, progresul tehnic trebuie să urmărească şi economia de informaţie.

În capitolul privind creşterea vitezei am înfăţişat, sperăm destul de limpede, modul în care, prin creşterea vitezei, progresul tehnic economişeste timp. Desigur, economia de timp fizic este esenţială. Faptul că într-un timp scurt, atît individul, cît şi societatea pot produce bunuri şi servicii mai multe şi mai variate, echivalează cu o prelungire a vieţii umane. Omul modern care munceşte un timp limitat, avînd timp să absoarbă o informaţie de consum mai mare, putînd călători pe distanţe mari, putînd cunoaşte cultura şi modul de viaţă al altor popoare, fie în mod direct, fie prin mijloacele moderne de transmitere a informaţiei vizuale şi sonore, trăieşte, din punctul de vedere al saturării cu informaţie, de cîteva ori mai mult decît înaintaşii săi.

Pe de altă parte, economia de timp nu se reduce la timpul fizic, ci mai ales la timpul în care se exercită efortul biologic al omului. Transmiţînd asupra maşinilor efortul pur mecanic şi în parte, din ce în ce mai mare, efortul nervos, omul poate lucra în producţie cu un efort relativ uniform timp de mai multe ore pe zi. Se ştie că organismul uman nu suportă un efort fizic mare decît un timp foarte scurt. Mecanizarea acţiunilor umane, recurgerea la principiul „supravegherii pure", după o fericită expresie a lui Tadeusz Kotarbinski[1], omul poate lucra cu o

[1] Vezi T. Kotarbinski, *Tratat despre lucrul bine făcut*, Editura politică, Bucureşti, 1976.

încordare moderată și uniformă un număr de ore pe zi. În felul acesta se creează condiţiile pentru ca timpul de lucru petrecut să poată fi redus treptat. Crescînd timpul liber, utilizarea lui devine o problemă individuală şi socială care nu poate fi rezolvată decît făcîndu-se apel la o categorie largă de bunuri și servicii de consum special destinate petrecerii timpului liber. Printre acestea, mijloacele de emitere, recepţionare şi stocare a informaţiei joacă un rol crescînd.

Dar creşterea vitezei înseamnă, în acelaşi timp, şi economia de spaţiu, prin reducerea distanţelor între punctele în care se desfăşoară acţiuni umane directe sau mijlocite, prin intermediul proceselor tehnice. Într-un sens mai larg, acţiuni umane aflate la distanţe mari devin, graţie mijloacelor de transport şi de telecomunicaţii tot mai rapide, din ce în ce mai apropiate.

Acest aspect merită o dezvoltare ceva mai amănunţită, pentru că el are o legătură imediată cu ordonarea acţiunilor umane şi a obiectelor, care în limbaj curent se numeşte organizare. Orice organizare înseamnă crearea şi menţinerea unei anumite ordini, premeditate sau spontane, în spaţiu şi în timp. Organizarea, adică ordonarea acţiunilor şi obiectelor, presupune stabilirea unor conexiuni între ele, de natură substanţială, energetică sau informaţională. La rîndul său, realizarea organizării presupune o anumită capacitate de ordonare, un potenţial care este limitat de constrîngeri substanţiale, energetice sau informaţionale. Economisind timpul, spaţiul şi substanţa, progresul tehnic măreşte capacitatea de organizare a societăţii. Din acest punct de vedere organizarea acţiunilor şi a obiectelor presupune capacitatea de a reacţiona în timp util la o informaţie sosită în timp util. Desigur, timpul util este diferit de la caz la caz, dar este limpede că conexiunile substanţiale în economie se realizează prin mijloace de transport, iar cele informaţionale prin mijloacele de telecomunicaţie, cele energetice prin mijloacele de transport al energiei. Cu cît este mai mare viteza de funcţionare a mijloacelor prin care se realizează aceste trei tipuri de conexiuni, cu atît spaţiul acoperit de un sistem organizat poate fi mai mare.

Progresul tehnic materializat în mijloacele cu ajutorul cărora se realizează aceste trei tipuri de economii a determinat o *creştere continuă a dimensiunilor* sistemelor sociale eficiente. Dacă ne referim la organizarea socială, observăm, odată cu creşterea vitezei în cele trei forme de conexiune, o creştere a importanţei sistemelor politice. De la viaţa politică preponderent locală şi rurală a feudalismului, funcţia principală în viaţa politică a preluat-o în capitalism şi în socialism statul naţional, iar odată cu accentuarea progresului s-au statornicit şi s-au dezvoltat legături strînse pe scară globală între statele naţionale, suverane şi independente de pe întreg globul pămîntesc. Este evident că dacă astăzi România a stabilit variate forme de colaborare eficientă cu ţări aflate în toate părţile globului pămîntesc, acest lucru nu a fost cu putinţă decît datorită posibilităţii stabilirii unor legături de cele trei feluri menţionate, datorită mijloacelor tehnice disponibile.

Aceste consideraţii nu sînt de natură politologică şi nu dorim să le aprofundăm pînă la ultima consecinţă. Mai important pentru tema de care ne ocupăm ni se pare să subliniem aici faptul că progresul tehnic prin efectele sale integratoare determinate de economia de timp, spaţiu, substanţă, energie şi informaţie, creează condiţiile materiale pentru ameliorarea continuă a unei activităţi economice de importanţă principală pentru economia socialistă şi anume pentru planificare, atît în ceea ce priveşte calculul sarcinilor economice, cît şi, mai ales, în ceea ce priveşte urmărirea şi controlul îndeplinirii lor. Într-o măsură tot mai mare conexiunile dintre elementele sistemului economic se pot realiza prompt şi exact, asigurîndu-se astfel coeziunea şi elasticitatea planului, odată cu asigurarea unităţii proceselor substanţiale, energetice şi informaţionale ale dezvoltării economiei.

Aspectul cel mai vizibil şi cel mai vechi al economiei de spaţiu, realizată prin progresul tehnic, este *creşterea randamentelor la hectar* din agricultură realizate printr-un complex de măsuri agrotehnice, prin combinarea mecanizării, chimizării, irigării şi crearea de soiuri mai productive de culturi agricole. Această economie nu este numai relativă. Ea a fost atît de accentuată încît în unele ţări

dezvoltate suprafeţele agricole au putut fi reduse în timp ce producţia agricolă totală a crescut sensibil. Spaţiul economisit poate fi destinat altor utilizări şi mai ales poate fi lăsat neutilizat pentru scopuri productive, rămînînd disponibil pentru recrearea citadinilor dornici de contactul cu natura cît mai puţin alterată de activitatea economică.

Un alt aspect vizibil cu ochiul liber al economiei de spaţiu este cel al construcţiilor urbane. Dezvoltarea industriei moderne necesită concentrarea unui număr mare de oameni pe un spaţiu restrîns, datorită necesităţii ca aceştia să coopereze la procesele tehnologice industriale sau de altă natură. Urbanizarea merge mînă în mînă cu industrializarea. Una din caracteristicile oraşelor moderne este tocmai o extraordinară concentrare a populaţiei pe suprafeţe restrînse. O asemenea concentrare nu ar fi fost cu putinţă fără realizarea cîtorva invenţii de principiu care au permis construirea de clădiri cu zeci şi chiar sute de etaje. Dintre acestea trebuie menţionate, în primul rînd, ca fiind fundamentale din punctul de vedere al economiei de spaţiu, betonul armat şi ascensorul. Betonul armat, datorită rezistenţei şi relativei uşurinţe cu care poate fi manipulat, a permis realizarea construcţiilor de dimensiuni care practic n-ar fi fost posibile cu materialele de construcţie mai vechi. Ascensorul a rezolvat problema transportului pe verticală.

Desigur că aceste invenţii n-au fost singurele care au creat oraşul modern. Pentru ca viaţa în marile aglomeraţii urbane să fie suportabilă şi eficientă din punct de vedere economic, au trebuit să fie create, fie pe baza unor invenţii fundamentale, fie mai ales prin adaptarea unora existente, la nevoile funcţionării sistemelor urbane o mulţime de sisteme tehnice. Oraşele ridică probleme mari de funcţionare internă, cum este transportul în interiorul oraşului, aducerea şi distribuirea mărfurilor între locuitorii oraşului, comunicarea informaţională între ei, distribuirea energiei electrice etc. Aducerea apei în interiorul oraşelor, distribuirea ei şi evacuarea apelor reziduale este una din marile probleme ale oricărui oraş.

Oraşul modern a devenit un sistem complex în care un număr de reţele de distribuţie a diferitelor bunuri şi

servicii se suprapun şi care nu puteau fi create decît pe baza ingeniozităţii tehnice. Uneori se trece cu vederea faptul că viaţa în marile oraşe nu a devenit posibilă decît datorită marilor progrese ale *medicinii* care a reuşit să elimine rînd pe rînd marile boli molipsitoare, în special pe acelea care au decimat în repetate rînduri populaţia Europei în cursul evului mediu. O epidemie de holeră sau de ciumă într-una din metropolele moderne ar condamna la moarte sigură şi rapidă milioane de oameni.

Oraşul modern a dat naştere unei multitudini de invenţii organizatorice. Aproape toate invenţiile menţionate mai sus, chiar dacă pornesc de la invenţii materiale, se înfăptuiesc prin sisteme organizatorice fin ramificate. Chiar dirijarea fluxurilor cotidiene de transport în marile oraşe nu este posibilă decît prin tehnici organizatorice care nu puteau fi imaginate în aşezările mici. Datorită multitudinii de invenţii organizatorice şi tehnice a devenit posibilă existenţa a zeci de mii de oameni pe kilometru pătrat.

Economia de spaţiu este însă esenţială pentru desfăşurarea *vieţii industriale*. Am văzut că una din caracteristicile esenţiale ale industriei este faptul că procesele ei de producţie au loc printr-o uriaşă concentrare de substanţă şi energie, precum şi de forţă de muncă umană pe unitatea de suprafaţă. Această concentrare pare să fi crescut considerabil în ultimele două sute de ani. Multe din invenţiile care sînt evaluate în primul rînd după alte criterii au drept efect şi economia de spaţiu. Creşterea vitezei de lucru sau reducerea consumurilor specifice de substanţă au ca efect — n-am spune secundar, ci am releva chiar caracterul lor esenţial — economia de spaţiu. Asemenea efecte au şi producţia pe bandă rulantă, automatizarea etc., diferite inovaţii organizatorice etc. Preocuparea de a se realiza o producţie maximă pe unitatea de suprafaţă este constantă în industrie, deşi în literatura economică i se acordă mult mai puţină atenţie decît, de exemplu, creşterii productivităţii muncii vii.

Aici nu este vorba numai de utilizarea mai intensă a spaţiilor construite. În oraşul modern spaţiul ca atare este scump, chiar dacă nu este plătit efectiv în bani. Buna funcţionare a sistemului industrial urban presupune maxima utili-

zare a spaţiului fizic. Utilizarea integrală a spaţiului construit devine o problemă abia în al doilea rînd. Problema primordială acută este aceea a amplasării şi dimensionării corecte a construcţiilor industriale sau de altă natură.

Din acest punct de vedere nu se poate să nu se menţioneze avantajele enorme pe care le-a adus cu sine încetinirea sau stagnarea tendinţei de creştere a dimensiunilor tehnice ale stabilimentelor industriale. Persistenţa întreprinderilor mici şi mijlocii permite echilibrarea din multe puncte de vedere a vieţii urbane. Tehnica modernă nu a găsit încă mijloacele necesare pentru a realiza funcţionarea eficientă a unei uzine în care peste 100 000 de muncitori să lucreze într-o singură incintă.

Economia de spaţiu poate fi măsurată în mod indirect prin raportul dintre investiţiile în fonduri fixe active (maşini, utilaje, instalaţii) şi cele în fonduri fixe pasive (construcţii), precum şi prin raportul dintre cele două categorii de fonduri. Asemenea calcule s-au efectuat pe perioade istorice destul de îndelungate[1] şi ele arată o tendinţă netă de reducere a ponderii construcţiilor.

Uneori este chiar greu de făcut o deosebire între economia de timp şi economia de spaţiu. O maşină care execută de două ori mai repede o operaţie decît alta reduce nu numai timpul de execuţie la jumătate. Ea echivalează cu două maşini şi ca atare economiseşte spaţiul pe care l-ar fi ocupat a doua maşină. Mai mult decît atît, ea suprimă şi spaţiul de mişcare de care ar fi avut nevoie operatorul la a doua maşină. Între multiplele efecte pe care le realizează diferitele tipuri de automatizare modernă, economia de timp şi de spaţiu sînt mereu prezente. Acest lucru se referă atît la liniile automate în flux, cît şi la centrele de prelucrare şi la maşinile cu comandă numerică. Reducerea consumului relativ de substanţă echivalează şi ea cu o importantă economie de spaţiu în numeroasele stadii pe care le parcurge substanţa prin sistemul tehnologic. Astfel, reducîndu-se (relativ) consumul de substanţă, se reduce activitatea umană, ceea ce înseamnă economie de

[1] Vezi S. Kuznets, *Economic Growth of Nations*, Harward University Press, Cambridge (Mass.), 1971.

suprafețe inutilizabile în alte scopuri din cauza activității miniere. Scăderea consumului de cărbune a dus la reducerea importantelor suprafețe ocupate de haldele de steril. Reducîndu-se cantitatea de substanță prelucrată, se reduc spațiile de depozitare în diferitele faze ale procesului tehnologic. De asemenea, scad suprafețele necesare pentru manipularea și transportul substanței.

Economia de substanță, realizată pe parcursul anilor care s-au scurs de la începuturile industriei moderne în general și în special din momentul în care a fost materializat pentru prima dată un sistem tehnic nou, este vizibilă și importantă. În literatură se publică destul de des date care ilustrează această tendință pentru perioadele recente[1]. Discuția este deosebit de actuală acum cînd publicațiile abundă în studii în care se pune accentul pe pericolul de epuizare a resurselor, adeseori în perspective sumbre. Nu am dori să revenim la această discuție acum, cînd scopul nostru este numai de a arăta că economia de substanță este o caracteristică inerentă progresului tehnic, determinată atît de logica internă a tehnicii, cît și de acțiunea de reglare pe care o exercită sistemul economic asupra sistemului tehnologic al societății. Economia de substanță se realizează atît prin invenții majore, cît și prin invenții mărunte, cotidiene, prin nenumărate perfecționări care trec neobservate nu numai în istoria tehnicii (ar fi pur și simplu imposibil să se facă un inventar al unor asemenea perfecționări).

Dintre invențiile majore care economisesc pe scară largă substanță (nu numai în formă brută, dar și sub formă de mașini, instalații și construcții, adică sub formă de fonduri fixe, care în afară de substanță conțin o mare cantitate de informație costisitoare), de asemenea spațiu și timp, am putea să amintim ca exemplu spectaculos transmiterea semnalelor cu ajutorul undelor electromagnetice. În comparație cu telefonia cu fir, radioul și televiziunea economisesc uriașe cantități de substanță care ar fi necesară dacă transmiterea semnalelor s-ar face prin fire de cupru (care și așa este deficitar). Evident că nimeni

[1] Vezi *Implicații social-economice ale progresului tehnic în capitalism* Editura politică, București 1968, p. 147—176.

n-a calculat şi nu va putea calcula această economie. Dar din punctul de vedere al economisirii de substanţă acestea sînt invenţii de-a dreptul fantastice! Natura, în forma ei nealterată, constituie mediul purtător de semnale.

Analoagă este situaţia în cazul aviaţiei şi al navigaţiei maritime, care, amîndouă, deşi una este de dată recentă pe cînd cealaltă are o istorie multimilenară, folosesc drept suport al mijloacelor de transport mediul natural. Desigur transportul aerian este încă costisitor, dar faptul că el ne scuteşte de construirea de drumuri pe multe mii de kilometri este de netăgăduit. Multe milioane de tone de ciment şi fier sînt economisite în felul acesta. Progresele tehnice în domeniul naval au drept efect utilizarea mult mai intensă a căilor maritime care şi astăzi sînt căi naturale. Nu am dori să ne oprim asupra unor dezavantaje ale acestor două moduri de transport; ele sînt bine cunoscute.

Mai palpabile şi mai precis înregistrate sînt economiile mărunte acumulate de-a lungul deceniilor la sistemele tehnice care dăinuie multă vreme. Căile pe care se realizează economia de substanţă sînt multiple: mai buna cunoaştere a materialului, mărirea performanţelor sale, creşterea preciziei lucrării, combaterea uzurii şi protejarea materialului împotriva agenţilor nocivi din mediu, reducerea frecărilor, mai precisa studiere şi construire a schemelor cinematice, înlocuirea unor materiale cu altele etc., etc. „Minimizarea greutăţii ..., scrie un proiectant cu experienţă, poate fi privită drept criteriul cel mai important şi caracteristic al raţionalităţii unei construcţii pe întregul parcurs al proiectării. Acelaşi lucru este valabil şi pentru minimizarea gabaritelor"[1]. Ann Carter, care a supus unui studiu minuţios balanţele legăturilor dintre ramuri ale S.U.A. pe anii 1939, 1947, 1958 şi 1961, constată că „consumurile de materiale tind să scadă pe măsură ce mărimea şi greutatea diferitelor utilaje se reduc, pe măsură ce se reduce risipa de materiale şi pe măsură ce materialele mai ieftine le înlocuiesc pe cele mai scumpe"[2]. Ea şi

[1] I. Z. Mindlin, *Loghika konstruirovaniia*, Maşinostroenie, Moscova, 1969.

[2] Ann P. Carter, *Structural Change in the American Economy*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1970, p. 37.

identifică o serie de locuri în care au loc asemenea economii. Din studiile Annei Carter rezultă că ele se realizează şi pe calea unor economii mărunte, ceea ce reconfirmă o veche constatare a economistului german F. Gottl-Ottlilienfeld, care scrie : „Raţiunea tehnică ne recomandă să raţionalizăm mărunţişurile nu numai pentru că, pe măsura creşterii proporţiilor producţiei, exploatarea avantajelor celor mai mărunte sau suprimarea pierderilor infime se ridică la sume din ce în ce mai mari... La aceasta se mai adaugă şi faptul că ocaziile de economii devin din ce în ce mai numeroase, pe măsură ce coborîm pe scara măruntului"[1].

Una din modalităţile de reducere a consumului relativ de substanţă este ***diversificarea*** materialelor industriale obţinute din aceleaşi elemente chimice, prin combinaţii adecvate scopurilor urmărite sau prin crearea unor materiale absolut noi pe baza unor principii chimice noi. Astfel, prin alierea fierului cu carbonul şi cu alte elemente, adăugate de obicei în cantităţi reduse, se obţin sute de aliaje, fiecare avînd proprietăţi potrivite pentru scopul urmărit. Folosindu-se materialele adecvate sau combinaţii ale lor, se pot reduce dimensiunile pieselor şi organelor de maşini. Printr-o corectă îmbinare a metodelor de prelucrare se reduc treptat adaosurile de prelucrare, iar prin calculul mai precis al rezistenţei, limitele de siguranţă.

Graficele din fig. 1, 2 şi 3 au o valoare istorică, dar ele ilustrează pregnant faptul că reducerea consumului de substanţă pe unitate de efect nu este numai inerentă tehnicii, dar că ea apare imediat după crearea unui sistem tehnic nou şi este mai accentuată la început, tinzînd să piardă din vigoare cu trecerea timpului, deoarece fiecare nouă reducere de substanţă necesită un efort tot mai mare pînă ce, pe baza principiului dat, devine imposibilă ; nu se pot construi sisteme tehnice perfect asubstanţiale.

Odată cu substanţa, progresul tehnic economiseşte şi *energia*. Întrucît cea mai mare parte a energiei consumate în sistemul tehnologic al societăţii provine din re-

[1] FRIEDRICH GOTTL-OTTLILIENFELD, *Vom Sinn der Rationalisierung*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 1929, p. 35.

surse minerale (cărbune, ţiţei, gaze naturale), această economie constă mai ales în intensificarea extracţiei de energie utilă din energia potenţială conţinută în substanţele extrase din subsol. Creşterea randamentului acestor

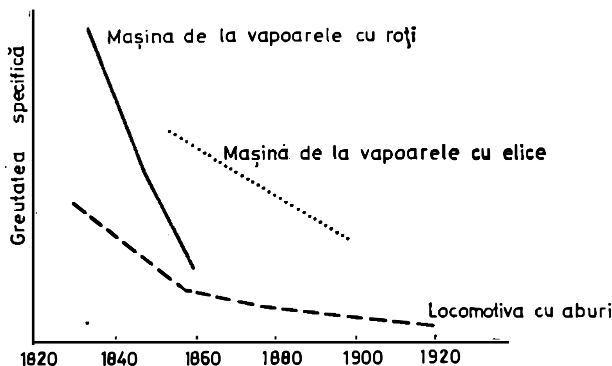


Fig. 1 Tendinţa greutăţii specifice a maşinilor cu aburi. [Sursa: W.G. Waffenschmidt, *Technik und Wirtschaft*, Jena, 1928, p. 268

Fig. 2 Tendinţa greutăţii specifice a motoarelor cu benzină. Sursa: După „V. D. I. Nachrichten", nr. 16/23 april. 1946

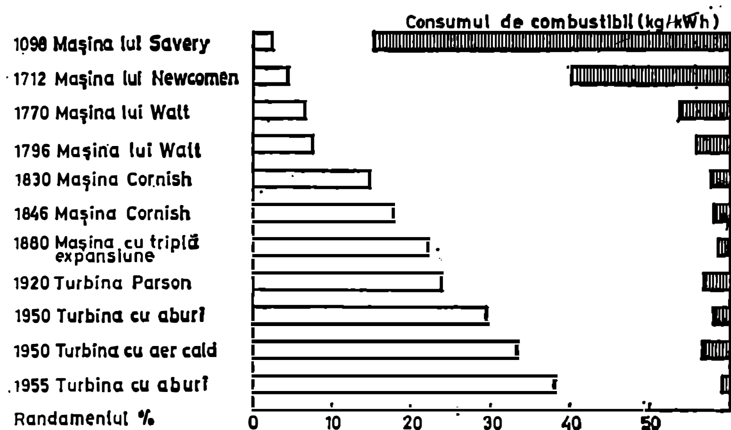


Fig. 3 Evoluţia istorică a consumului specific de combustibil şi a randamentului unor motoare. Sursa : *H. Thirring Energy and Man*, Harper and Row, New York, 1962

resurse primare de energie este şi ea rezultatul unui complex de invenţii şi perfecţionări. Studiul atent al proceselor de ardere, inventarea unor dispozitive de ardere mai eficiente, ridicarea randamentului energetic al motoarelor, crearea unor noi tipuri de motoare care, prin firea lucrurilor, au un randament mai ridicat, reducerea pierderilor în extracţia purtătorilor primari, în producţia şi distribuţia energiei electrice etc. sînt factori care au permis de-a lungul deceniilor o reducere impresionantă a consumului de energie primară pentru obţinerea unei unităţi de energie utilă. Dacă în primii ani de existenţă a centralelor termoelectrice, consumul de combustibil convenţional se ridica la 2—3 kg, astăzi, la centralele cele mai eficiente el a coborît la cifre care variază între 200 şi 300 de grame pentru producerea unui kWh de energie electrică, adică o scădere de aproximativ 10 ori.

Toate aceste reduceri de consumuri specifice trebuie raportate la uriaşa creştere a producţiei de energie electrică şi de produse din metale. Kilogramele economisite trebuie înmulţite cu miile de miliarde de kilowatore de energie electrică produse anual în lume, iar kilogramele

de metale economisite la producerea mașinilor ar trebui înmulțite, de exemplu, cu zecile de milioane de autoturisme care părăsesc anual porțile uzinelor. O asemenea evaluare sumară arată că dacă nu s-ar fi realizat aceste reduceri de consumuri de substanță, sistemul tehnologic al societății s-ar fi blocat sub povara extracției și a transportului de substanțe utile și s-ar fi apropiat de epuizarea totală a zăcămintelor de resurse de purtători de energie, de minereu de fier etc. Evident că o asemenea blocare ar fi avut drept consecință imediată și oprirea procesului de creștere economică. Nemaivorbind de faptul că unele sisteme tehnice nici n-ar fi putut să funcționeze la consumurile specifice mai vechi. Astfel, una din condițiile realizării zborurilor cosmice a fost realizarea unui combustibil a cărui energie să fi fost mai mare decît cea necesară pentru scoaterea propriei sale greutăți din sfera de atracție a pămîntului.

Întrucît în tehnică ca și în economie, nimic nu se poate obține fără *un cost*, și în cazul economisirii de substanță și de energie costul constă în *înlocuirea* substanței și energiei cu informație. Ea este generată de activitatea de cercetare sub toate formele sale, de la observarea critică a funcționării sistemelor tehnice existente și pînă la crearea unor instrumente abstracte de gîndire. Acest proces de *substituire a substanței și energiei prin informație* are drept consecință acumularea unei cantități tot mai mari de informație pe unitatea de substanță și de energie.

Dar pentru ca acest proces de înlocuire a substanței prin informație să poată avea loc, trebuie să crească *capacitatea substanței de a absorbi informația.* Dintre substanțele relativ abundente în natură, printr-un îndelungat proces istoric de selecție, în epoca revoluției industriale fierul s-a impus ca fiind materialul care poate absorbi cantitatea cea mai mare de informație artificială pe unitate de masă și de volum. Această capacitate a lui a sporit în decursul timpului și sporește și astăzi, sub ochii noștri. Una din cauzele majore ale reducerii greutății mașinilor în perioada de după cel de-al doilea război mondial este creșterea proprietăților fizice ale oțelurilor. Fig. 4, fără a putea reclama rigurozitate științifică și teh-

nică, ilustrează totuși în mod plastic acest proces în siderurgia țărilor cu tradiție în această activitate.

Se mai arată că în timp ce în perioada 1880—1940, adică în 60 de ani, proprietățile de rezistență ale oțelului

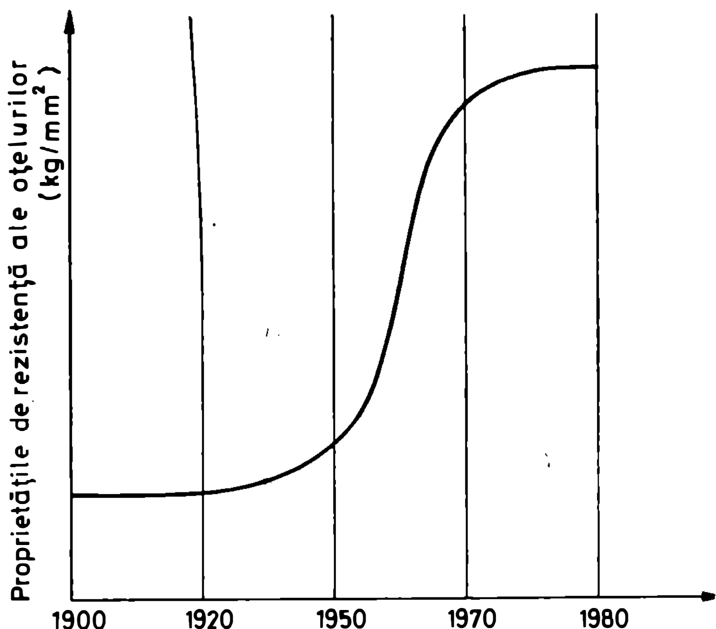


Fig. 4 Creșterea proprietăților de rezistență a oțelurilor în perioada 1920—1950 și prevederile pînă în anul 1950. *Sursa*: Tadeusz Pyka, *Programowanie optymlanych podzialow inwestycyjnych*, PWN, Varșovia, 1975, p. 110

au crescut de două ori, în perioada 1960—1980, adică într-un timp de trei ori mai scurt, va avea loc o creștere de trei pînă la patru ori.

Evident că prin creșterea proprietăților oțelului, capacitatea lui de absorbție a informației crește virtual mai mult decît proporțional, datorită complexității mașinilor moderne, ceea ce creează multiple posibilități de reducere a masei lor.

După cum am mai menționat, masele plastice creează posibilități calitativ noi de absorbție a informației. Dar, ni se pare că aspectul cel mai important din punctul de vedere al absorbției de informație în substanță este diversificarea lor, care este și ea un proces mai vechi dar care dobîndește noi potențialități. La capacitățile diferitelor feluri de materiale structurale luate separat se adaugă cele rezultînd din combinarea lor, iar posibilitățile de combinare cresc prin diversificarea continuă a materialelor structurale. Există numeroase indicii după care epoca dominației absolute a unui singur material structural se apropie de sfîrșit. Mașinile conțin, alături de oțel, cantități mereu sporite de alte materiale, mai ales de mase plastice, cărora li se găsesc mereu noi posibilități de aplicare adecvată. Crește importanța unor materiale combinate, cum sînt masele plastice armate, oțelul placat cu mase plastice etc. Principiul betonului armat, primul material complex realizat prin metode fizice (sau, mai precis, fizico-chimice) dobîndește o extindere care, în viitor, ar putea să ia proporții mari.

Dacă în momentul inițial al producției industriale a maselor plastice s-au emis ipoteze privind înlocuirea în masă a oțelului prin noile materiale sintetice, evoluția ulterioară a demonstrat marile posibilități ale combinațiilor mai mult sau mai puțin complicate între materiale.

Progresul tehnic *economisește informație*, după ce a folosit-o pentru a economisi substanța, spațiul și timpul. Dar generarea informației este un proces costisitor, iar productivitatea creierului uman, în ceea ce privește crearea de informație nouă, este limitată. De aceea procedeul de reducere a necesarului de informație extrapolează metoda care s-a folosit în cazul capitalului fix : odată cu acumularea mașinilor, instalațiilor și clădirilor destinate reducerii cheltuielilor de muncă vie, acum se caută mereu noi mijloace de economisire a elementelor capitalului fix, a mașinilor și construcțiilor, precum și a capitalului circulant. Aceasta se realizează prin înlocuirea elementelor materiale ale producției cu informație. Curînd vine rîndul

și acesteia din urmă : costul informației crește în volum absolut și dacă nu s-ar introduce procedee de reducere a volumului necesar, efectul procesului de substituție s-ar anihila.

Procedeele de reducere relativă a necesarului de informație sau, mai precis vorbind, a costului informației, în toate fazele pe care ea trebuie să le parcurgă — sînt multiple și variate. În capitolul consacrat caracterului genetic al informației am văzut numai unul, deși probabil cel mai important. În afară de transferul între ramuri și procese, precum și între regiuni, există alte procedee, avînd efecte de dimensiuni și de o anvergură similare. Dar procedeele de reducere a necesarului de informație nu se opresc la asemenea principii generale. Se aplică principii mai numeroase, cu o sferă de acțiune mai restrînsă. Tipizarea produselor, tipizarea proiectelor, standardizarea, principiul modular al proiectării — au fiecare o contribuție de seamă și la economisirea informației. Stocarea sistematizată a informației este un procedeu provenit din știință dar larg folosit de ingineri, care apelează de mai multă vreme la compendii în care informația tehnologică este sistematizată astfel încît poate fi regăsită cu ușurință.

Dar toate aceste procedee s-au dovedit inoperante în fața creșterii volumului de informație care se acumulează continuu. Procesul de generare a informației noi presupune prelucrarea unei cantități crescînde de informație existentă. Iată de ce calculatoarele, mai întîi cele mecanice și electrice, iar de cîteva decenii cele electronice, își au rădăcinile în logica înseși a dezvoltării forțelor de producție, ele răspunzînd unor nevoi stringente ale acestora. Ele nu apar ca un *deus ex machina* producînd o totală surpriză, ci răspund nevoii resimțite de mai multă vreme nu numai în tehnică, ci și în alte domenii de activitate.

Distribuția rapidă a unei informații identice la mai mulți deținători a dat încă mai demult naștere unor procedee de copiat. Industria cunoaște demult procedeul de copiere optică cu hîrtie de ozalid developată în vapori de amoniac sau copierea cu hîrtie colorată sau chiar prin fotografiere. Dar productivitatea tuturor acestor procedee

era redusă şi manipularea greoaie şi neplăcută. Inventarea procedeului Xerox a mărit considerabil productivitatea procesului de copiere, oferind un mijloc nou, rapid şi ieftin de multiplicare a informaţiei, procedeu urmărind prin excelenţă economisirea acesteia.

În fond, producţia în serie şi standardizarea sînt, în primul rînd, procedee de economisire a informaţiei. Economiile dimensionale care se realizează în industrie se datorează, în primul rînd, faptului că o informaţie o dată generată poate fi utilizată în mod repetat. A reduce economiile dimensionale la repartizarea pe un număr mare de produse a costurilor convenţional constante este o simplificare care ascunde această primă şi cea mai importantă sursă de economii.

Progresul tehnic — progres al comenzii

În ultimii treizeci de ani, în literatura tehnică, filozofică şi economică se acordă o atenţie primordială comenzii aplicate la maşini. Un complex de discipline ştiinţifice noi s-a născut, iar cuvîntul „cibernetică" se invocă în fiecare zi nu numai în literatura de specialitate, dar şi în publicistică. Cibernetica este asociată cu teoria sistemelor şi aceasta cu o familie de discipline matematice, biologice, filozofice etc. Uneori se creează impresia, alteori din fuga condeiului se afirmă răspicat ideea potrivit căreia comanda în tehnică s-ar fi născut odată cu primele maşini automate construite la mijlocul secolului nostru.

Desigur, în cărţile de cibernetică se citează de cele mai multe ori dispozitive automate vechi, exemple de preistorie cibernetică. Dar şi aceste exemple par a sugera ideea unor accidente istorice oarecum în afara continuităţii. Însuşi Norbert Wiener scrie: „Dacă secolul al XVII-lea şi începutul secolului al XVIII-lea formează epoca ceasornicelor, iar sfîrşitul secolului al XVIII-lea şi secolul al XIX-lea constituie epoca maşinilor cu abur, epoca de faţă este epoca comunicării şi comenzii"[1]. Desigur, Wiener nu neglijează faptul că preocuparea pentru crearea de automate este foarte veche; căci „cerinţa de a produce şi a studia automatele a fost întotdeauna exprimată cu mijloacele existente ale epocii"[2]. Automatele din ziua de

[1] Norbert Wiener, *Cibernetica sau ştiinţa comenzii şi comunicării la fiinţe şi maşini*, Editura ştiinţifică. Bucureşti, 1966, p. 68.
[2] *Ibidem.*

astăzi se deosebesc de predecesoarele lor prin aceea că „ele conţin organe senzoriale, efectori, precum şi echivalentul unui sistem nervos pentru interpretarea transferului de informaţie de la organele senzoriale la efectori"[1].

Dar pentru a înţelege mai profund sensul progresului tehnicii care, prin întreaga sa istorie, a aspirat spre crearea de maşini automate care să funcţioneze un anumit timp fără nici o intervenţie a omului, trebuie să atribuim noţiunii de comandă un sens în acelaşi timp mai larg şi mai simplu, acela de acţiune în vederea supunerii mişcării materiei scopurilor urmărite de om, folosirii ordinii existente în natură a acelei ordini care face acţiunea umană asupra naturii mai eficientă din punctul de vedere al scopurilor urmărite de om. Dacă privim lucrurile din acest punct de vedere, întregul progres tehnic este un progres al comenzii, desigur al unei comenzi care evoluează de la simplu la complex, de la grosolan la subtil, căci toată acţiunea omului asupra materiei din mediu se rezumă la supunerea acesteia scopurilor umane, chiar dacă la început această acţiune, mijloacele şi rezultatele ei au fost extrem de simple. Conferirea unei forme anumite unui bulgăre de materie constituie un act de comandă a omului asupra acestui bulgăre, fie că acest act se realizează prin distrugerea părţilor inutile, neconforme cu scopul, din bulgăre (prelucrarea prin distrugere), fie prin restructurarea fizică a bulgărelui (deformarea plastică), fie prin restructurarea chimică (crearea de noi compuşi chimici).

La originea celor două forme de comandă fizică asupra materiei stă, pe de o parte, cioplirea pietrei, iar pe de altă parte olăritul. În primul caz, unealta era comandată cu mîna, în al doilea — mîna însăşi exercită comanda asupra substanţei în mod nemijlocit. Fineţea comenzii putea fi foarte mare, în funcţie de îndemînarea dobîndită de olari şi olari şlefuitori. Această fineţe îşi avea originea în sistemul fin de reglaje pe care îl permite fiziologia organismului uman şi mai ales sistemul său nervos. Sculptura care se practică pretutindeni, prin cele două metode de transformare fizică a substanţei pe care le discutăm aici,

[1] *Ibidem*. p. 73.

este expresia supremă a extraordinarei capacităţi de reglare a organismului uman pe care el o extraverteşte şi o imprimă obiectelor exterioare. Numai că această fineţe este foarte scumpă : talentele sînt rare, nu oricine poate dobîndi suprema măiestrie. Dar, ceea ce din punct de vedere economic este mult mai important — dobîndirea fineţii reglajelor executate de organismul omenesc cere un efort îndelungat şi, ca atare, are o productivitate redusă. La toate acestea se mai adaugă faptul că datorită inconstanţei reglajelor biologice, rezultatele reglajelor organice umane nu sînt repetabile. O operă de artă nu poate fi niciodată copiată perfect. Or, tehnica modernă ne arată că repetabilitatea întocmai a unor operaţiuni şi a rezultatelor lor este una din condiţiile cele mai importante pentru progresul ei. De aceea, treptat, omul a trebuit să înveţe să transmită unor reglaje mecanice realizarea scopurilor sale tehnice. Fineţea a fost sacrificată pe altarul repetabilităţii. Reglajele mecanice, la început foarte grosolane, au trebuit să parcurgă o îndelungată istorie pentru a ajunge să se perfecţioneze treptat, într-o direcţie dată de o logică proprie, urmînd scopuri similare cu cele date de organismul uman, dar prin mijloace cu totul diferite.

Progresul ceasornicelor cu arc, în secolele XVI-XVII, condiţie necesară pentru apariţia tehnicii mecanice moderne, nu este altceva decît un progres de precizie a mişcării mecanice artificiale, un progres al comenzii asupra acestei mişcări, un progres care a permis, mai tîrziu, funcţionarea maşinilor acţionate cu motor, dezvoltînd energii şi viteze mari. Mulţi istorici ai tehnicii acordă o mare atenţie epocii menţionate de Wiener, pe bună dreptate. „Deşi avem de-a face cu producerea şi comanda mişcării şi nu cu forţa, influenţa principiilor nou descoperite nu s-a limitat deloc la acest singur domeniu'' (al ceasornicelor, n.n. —*I.L.*), scrie A.P. Usher, unul din cercetătorii de autoritate ai progresului tehnicii mecanice[1], atrăgînd atenţia asupra importanţei controlului mişcării, odată cu creşterea vitezei.

Dar, între imprimarea unei forme voite unui bulgăre de materie ca formă elementară de comandă în tehnică şi con-

[1] A. P. Usher, *A History of mechanical Inventions*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1954, p. 304.

trolul mişcării prin intermediul roţilor dinţate ale ceasornicului, se interpune o altă îndelungată istorie a tehnicii, în care omul s-a străduit să subordoneze în măsură crescîndă formele naturale de mişcare scopurilor sale.

Unul din mijloacele descoperite din epocile cele mai vechi a fost folosirea elementelor din natură înzestrate cu sisteme materiale de comandă complexe, în speţă domesticirea animalelor. Domesticirea animalelor a fost din acest punct de vedere una din marile revoluţii în tehnica umană. Cu un efort redus în raport cu efectul obţinut, s-a reuşit să se corecteze sistemul de instincte şi reflexe animale fără a se perturba în mod esenţial funcţiunile vitale ale organismului lor, pentru a obliga aceste fiinţe să execute operaţii ce e drept simple, dar conforme cu nevoile umane. Datorită supunerii animalelor comenzii umane s-a putut utiliza în special energia lor mecanică. Tracţiunea animală a permis acţionarea unor maşini simple, cum sînt plugul, carul, dar şi acţionarea unor maşini staţionare destinate pompării apei etc.

O formă de comandă constînd tot din utilizarea pasivă a unei „comenzi'' naturale, mult mai simple, este utilizarea energiei apei şi a vîntului, care s-a produs mult mai tîrziu decît domesticirea animalelor. Cursurile de apă constituie o ordonare a mişcărilor naturale imediat perceptibile, uşor de înţeles chiar şi pentru omul puţin evoluat din punct de vedere intelectual. La un nivel foarte scăzut de dezvoltare a forţelor de producţie, omul, fără a interveni în mod activ asupra mişcărilor apelor şi ale vîntului, a putut să folosească ordinea naturală a acestor mişcări pentru navigaţie. Desigur, tehnica navigaţiei a evoluat cu timpul, eliberîndu-l pe om în mare măsură de elementul pasiv, dîndu-i posibilitatea să comande navele în măsură din ce în ce mai mare în funcţie de nevoile lui, dar ambarcaţiunea cea mai simplă — pluta fără cîrmă — utilizează o ordine naturală, o comandă naturală pentru a economisi energia sa fizică în procesele de deplasare proprie şi de transportare a unor obiecte.

Această ordonare simplă a unor elemente ale naturii, cum sînt cursurile de apă curgătoare sau curenţii maritimi, este rară în natură. Mişcările naturii sînt fie foarte complicate, fie haotice din punctul de vedere al nevoilor omului, fie imperceptibile pentru el dacă nu este înarmat cu mij-

loace tehnice speciale şi cu o abilitate anume pentru perceperea şi, cu atît mai mult, pentru utilizarea lor.

Inventarea morii de apă, plasată de unii autori în timpul imperiului roman (nu datarea precisă contează în consideraţiile noastre), a fost unul din evenimentele cele mai de seamă în istoria tehnicii. Pe de o parte, ea trebuie interpretată că o primă formă de transformare a mişcării de translaţie oferită gratuit de natură în mişcare de rotaţie (una din cele mai fundamentale creaţii artificiale ale omului), mişcare care poate fi supusă unui control precis, din ce în ce mai precis. După cum am văzut, cursurile de apă sînt supuse unei comenzi a naturii : mişcarea lor este relativ precis delimitată în spaţiu, iar în multe cazuri este relativ regulată şi, în ciuda energiei relativ mari concentrate pe un spaţiu restrîns, nu prezintă pericole prea mari pentru omul cu cunoştinţe şi mijloace tehnice rudimentare. Această ,,comandă'' naturală este supusă comenzii omului prin intermediul roţii. Întregul sistem este în mult mai mare măsură supus comenzii decît cursul de apă ca atare. Mişcarea este concentrată pe un spaţiu mult mai restrîns, roata poate fi oprită şi pornită la nevoie ; graţie transmisiilor prin roţi dinţate, ea poate fi accelerată sau încetinită şi, mai ales, poate acţiona asupra unei varietăţi de maşini : de la moara de măcinat cereale, la instalaţii textile, concasoare de piatră, ciocane de tot felul etc.

Această descoperire veche a unui mijloc de transformare a mişcării de translaţie în mişcare rotativă a pregătit, fără îndoială, printr-un proces lent şi în combinaţie cu evoluţia altor subsisteme tehnice : mecanismul bielă-manivelă, roţile dinţate, cilindrul şi pistonul, apariţia maşinilor cu aburi şi a celorlalte motoare descoperite ulterior. Principiul morii de apă este atît de eficient, încît el a continuat să fie dezvoltat în mod direct, ducînd la inventarea turbinelor cu apă ca mijloc de producere a energiei electrice şi rămînînd una din speranţele energetice ale omenirii chiar şi în epoca noastră, confruntată dealtfel cu perspectiva epuizării rezervelor de combustibili fosili.

Motoarele — în această viziune — nu sînt altceva decît ***forma de comandă a fluxului de energie***. Omul a dispus din cele mai vechi timpuri de cantităţi mari de energie neordonată, cum ar fi energia solară sau energia calorică

a focului. Problema a fost însă mereu supunerea acestei energii controlului cît mai precis al omului, transformarea energiei în mişcare ordonată şi comandată. Ordonată înseamnă, printre altele, delimitată într-un spaţiu precis. Or, motorul tocmai acest lucru îl realizează. La care se adaugă viteza mişcării, posibilitatea de a o declanşa şi de a o opri după voie.

Importanţa crucială pe care o reprezintă comanda pentru utilizarea energiei este pregnant ilustrată de exemplul energiei nucleare.

Între eliberarea energiei sub forma exploziei nucleare şi utilizarea ei în scopuri constructive, se plasează transformarea ei în energie calorică şi electrică, transformări necesare tocmai pentru a aduce la o formă care poate fi supusă comenzii în maşină, corespunzătoare cu exigenţele tehnicii moderne. Reacţiile de fisiune nucleară ca atare nu pot fi controlate decît într-o măsură grosieră. Problema utilizării energiei nucleare de fuziune este tocmai problema aducerii ei sub control, ceea ce nu s-a realizat încă. Şi se pare că eliberarea ei ca atare a fost o problemă mult mai simplă decît exercitatea controlului asupra ei.

Comanda şi controlul sînt acum prezente în tehnică şi constituie esenţa ei. De aceea *măsurarea* şi *exprimarea numerică* a parametrilor tehnici sînt probleme capitale ale tehnicii şi ale progresului ei. Pentru a exercita controlul asupra fenomenelor naturale puse în slujba unor scopuri tehnologice, este nevoie de a le raporta la un anumit sistem de referinţă şi a putea reproduce în proces rezultatele unor măsurători, exprimate numeric. De aceea, matematica este atît de strîns legată de tehnică. Se măsoară dimensiunile geometrice, mişcarea, temperatura, presiunea, numărul de obiecte etc. Fiind un progres al comenzii, în mod implicit progresul tehnic este un *progres al măsurii* şi al posibilităţilor de a *o reproduce* cu o precizie crescîndă în obiecte tot mai complexe.

Rezultatele celor mai simple măsurători sînt date prin numere. De aici şi nevoia, odată cu progresele tehnicii, de a găsi mijloace din ce în ce mai eficiente de manipulare a numerelor. Desigur, în trecut aceste progrese nu au fost atît de numeroase ca cele afectînd elementele materiale ale tehnicii. Sistemul zecimal de numerotaţie este atît de efi-

cient încît a putut face față, ca sistem ideal, timp îndelungat nevoilor generate de tehnică și de celelalte activități umane.

Multă vreme numerele au putut fi manipulate cu suficientă eficiență fie numai cu creionul și hîrtia, fie cu ajutorul unor dispozitive simple cum este abacul. Chiar și industria modernă a putut să se lipsească multă vreme de mașini de calcul. Mașinile de calcul mecanice sau electrice au jucat un rol important mai ales alături de procesele tehnologice și nu în interiorul lor. Abia calculatorul electronic s-a încorporat în mod direct și masiv în însuși „corpul" tehnologiei, permițînd o automatizare flexibilă (prin automatizare înțelegîndu-se executarea comenzii, inclusiv a comenzilor de corectare a rezultatelor comenzilor anterioare, fără o intervenție permanentă a omului).

Nevoile de măsurare și de reproducere a rezultatelor măsurătorilor au crescut formidabil în decursul istoriei tehnicii. Astăzi avem posibilitatea de a măsura dimensiunile geometrice cu precizii de ordinul mărimii atomului.

Măsura este limbajul tehnicii. Mai mult decît atît, el este limbajul comun al științei și al tehnicii, mijlocul prin care informația științifică este transmisă și se încorporează în sistemele tehnice materiale.

O mașină este un ansamblu de elemente materiale structurate de informația încorporată în ele. Această informație substanțializată creează restricții reciproce elementelor în mișcare, obligîndu-le să urmeze cu mai multă sau mai puțină precizie traiectorii diferite. În felul acesta informația comandă și coordonează mișcarea elementelor unei structuri tehnice, realizînd sistemul de comenzi interioare ale mașinii care sînt automate în sensul că nu necesită, ci refuză intervenția directă a omului. Această *comandă interioară* este adeseori neglijată, întreaga atenție a literaturii contemporane fiind concentrată asupra comenzii exterioare exercitate asupra întregului sistem, ceea ce duce la o ruptură nejustificată între aceste două tipuri de comandă, de unde și o viziune unilaterală asupra evoluției tehnicii. Comanda interioară este o condiție necesară pentru

aplicarea comenzii exterioare. Ea încununează o îndelungată evoluție care continuă și în prezent[1].

După inventarea fiecărui principiu nou de comandă interioară urmează o perioadă îndelungată de mărire a *preciziei* acesteia, adică de mărire a restricțiilor în care se mişcă elementele unei maşini. Această mărire a restricțiilor este determinată, după cum am văzut, în primul rînd de creşterea vitezei de mişcare, necesară măririi eficienței tehnice şi economice a maşinilor.

În mare parte, o accentuare a restricțiilor devine posibilă prin încorporarea în elementele materiale a unor informații noi, provenite din știință sau din experiență tehnologică.

Accentuarea preciziei (vezi fig. 5), adică a restricțiilor impuse mişcărilor, mai este necesară pentru a permite omului, atîta timp cît și în măsura în care nu există sisteme artificiale de comandă, să exercite asupra maşinii comanda exterioară (pornirea, oprirea, frînarea, accelerarea, modi-

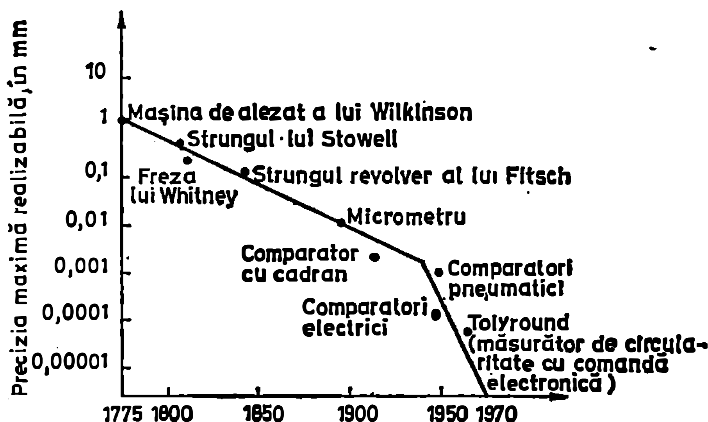


Fig. 5 Creşterea preciziei de prelucrare mecanică. Sursa : *Encyclopaedia Universalis*, Paris, 1968, vol. 10, p. 237.

[1] Unele informații din presa de specialitate arată că unele comenzi fine nu pot fi realizate din exterior, prin dispozitive speciale de comandă, ci numai prin comandă interioară.

ficarea sensului sau a direcţiei de funcţionare). Maşinile dezvoltă forţe uriaşe, ucigătoare pentru organismul uman. Dar datorită faptului că acestea se instalează în spaţii precis delimitate şi izolate faţă de mediu, omul poate acţiona în imediata lor apropiere.

Aceleaşi restricţii severe impuse mişcărilor permit economii de spaţiu, de care ne-am ocupat mai înainte. Maşini de puteri imense pot fi plasate în imediata apropiere unele de altele, fără să se distrugă şi fără să se stînjenească unele pe altele.

Orice maşină este reglabilă. Reglabilitatea este o condiţie necesară a bunei funcţionări a maşinii deoarece de la pornire pînă la încetarea în regimul optim de lucru se parcurg stadii de funcţionare, importante în special pentru această tranziţie. După o expresie a lui Joseph Schumpeter, un automobil ajunge la ţintă nu numai datorită motorului, ci şi datorită frînelor. Se reglează viteza, intensitatea, puterea, debitul şi alţi parametri mai generali sau mai specifici. Cu alte cuvinte, se reglează cantitatea de energie la intrarea şi la ieşirea din sistemul pe care îl reprezintă maşina. Am văzut în altă parte că maşina constă printre altele tocmai în concentrarea de energie şi în delimitarea spaţială şi temporală a acţiunii ei. La aceasta se adaugă acum varierea cantităţii de energie la intrarea şi la ieșirea din sistem.

În cazul limită, aceasta este necesară pentru prevenirea deteriorării. Dacă am pune o maşină instantaneu sub sarcina maximă, maşina s-ar deteriora. Ea are nevoie de o anumită ,,elasticitate'' în funcţionare.

Dar reglarea este necesară nu numai pentru buna funcţionare a maşinii ca atare, dar şi pentru a se realiza utilitatea acestei funcţionări. Reglarea vitezelor de lucru este o condiţie pentru utilizarea la maximum a potenţialelor maşinii. O maşină-unealtă se reglează în mod diferit în raport cu natura materialului prelucrat, calităţii suprafeţei dorite etc.

Reglarea constă în introducerea de informaţie externă în interiorul maşinii. Această introducere poate avea loc prin intermediul unor dispozitive mai simple sau mai complicate. După cum am văzut maşinile pur mecanice sînt

reglate cu ajutorul unor dispozitive mecanice, cum sînt pîrghiile, reductoarele, cutiile de viteze, ambreiajele, frînele etc. ; maşinile electrice, prin intensitatea sau tensiunea curentului, care poate fi variată prin dispozitive ca transformatoare etc. ; maşinile electronice au propriile lor dispozitive de reglare.

În maşinile simple informaţia este introdusă în mod direct de către om care acţionează asupra organelor de comandă. O cantitate mică de energie cum este cea a omului este suficientă pentru a comanda cantităţi uriaşe de energie care sînt dirijate de informaţia încorporată în organele maşinii.

Însă creşterea eficienţei necesită concentrări foarte mari de energie sau, dimpotrivă, foarte mici, atît de mari sau atît de mici încît nu se mai pot construi dispozitive de comandă care să permită omului să acţioneze în mod direct asupra maşinii din cauză că nu mai poate recepta în timp util cantitatea de informaţie de la ieşirea maşinii sau nu poate transmite în mod direct şi în timp util o cantitate de energie pentru a comanda maşina. De aceea apare nevoia automatizării, adică a creării unor mijloace specializate de comandă care să poată prelucra în timp util întreaga informaţie necesară maşinii. În felul acesta automatizarea este o urmare logică şi necesară a dezvoltării maşinilor.

În automatizare (în sensul larg al cuvîntului), comanda exterioară este preluată de maşini. Maşinile de comandă (electronice, hidraulice, pneumatice etc.) sînt capabile să genereze şi să prelucreze o cantitate mare de informaţie simplă pe unitatea de timp, ceea ce omul nu poate face. Trebuie însă accentuat faptul că maşinile de prelucrare a informaţiei nu pot prelucra decît o informaţie extrem de simplă, de obicei reductibilă la ,,da'' şi ,,nu''. Complexitatea informaţiei pe care o pot prelucra depinde de diferitele moduri de combinare a informaţiei simple, posibile în calculatoarele moderne. Marea eficienţă a calculatoarelor în comanda maşinilor constă însă în faptul că informaţia de comandă se suprapune unei informaţii de funcţionare intrinsecă maşinii, care ea însăşi este o simplificare prin abstractizare a naturii. Calculatoarele nu pot comanda sisteme biologice sau sociale, deşi pot fi de mare ajutor în reglarea sistemelor sociale prin prelucrarea acelei părţi din

informaţia care poate fi redusă la automatica simplistă a calculatorului.

Avem aşadar, o *informaţie intrinsecă* de funcţionare a maşinii şi *informaţia de comandă* care se introduce din exterior şi prin care se reglează regimul de funcţionare a maşinii. Informaţia intrinsecă este introdusă odată cu construcţia maşinii, rămînînd „congelată'' în ea pe tot timpul de existenţă a acesteia. Desigur că, cu timpul, prin procesele de uzură, această informaţie se deteriorează treptat, cedînd locul unei doze crescînde de dezordine, de „zgomot''. Printr-o coincidenţă, adeseori acest „zgomot'' informaţional este însoţit de accentuarea zgomotelor acustice ale maşinilor mecanice. Aşadar, principalul aspect al uzurii fizice nu este pierderea treptată de substanţă (cantitativ şi relativ aceasta poate fi infimă faţă de masa unei maşini), ci în faptul că printr-o pierdere relativ mică de substanţă are loc o diminuare mai mult decît proporţională a ordinii lăuntrice, a comenzii intrinseci a maşinii. Din acest punct de vedere, uzura fizică ni se prezintă ca un proces informaţional. Între aceste două tipuri de informaţie are loc interacţiunea, care, de obicei, este reprezentată de bucle de conexiune inversă constînd în faptul că informaţia de la ieşirea maşinii este transmisă maşinii de comandă care o prelucrează şi o transmite sub formă prelucrată la intrare. Această prelucrare este gradabilă, augmentabilă, pe măsura progresului maşinilor de comandă. Comanda poate deveni astfel din ce în ce mai subtilă, în sensul că poate reacţiona la o varietate mai mare de informaţie. În felul acesta ea evoluează în direcţia bogăţiei comenzilor din sistemele biologice, rămînînd însă calitativ diferită de aceasta.

Progresul comenzii, ca un proces continuu, este o condiţie necesară pentru creşterea eficienţei maşinilor. Progresul comenzii economiseşte partea cea mai preţioasă a energiei umane, energia nervoasă. Suprasolicitarea sistemului nervos al omului produce prejudicii organismului uman, unele mai grave decît cele produse de efortul fizic. Deci nu se poate face o distincţie netă între efortul fizic şi cel intelectual, întrucît nu există efort intelectual pur şi nici efort fizic pur, epuizarea nervoasă are de obicei consecinţe mult mai grave asupra organismului decît epuizarea fizică. Epuizarea ner-

voasă poate merge pînă la deteriorarea personalității subiectului, care se adaugă pierderii capacității de muncă de orice fel.

Chiar în muncile așa-zise manuale din industrie de dată mai veche, oboseala și solicitarea organismului provine de multe ori din factori care acționează mai mult asupra sistemului nervos decît asupra a ceea ce în mod convențional se numește puterea fizică. Este vorba în special de zgomot, de tensiunea provocată de vitezele mari sau intensitățile mari ale unor procese etc.

Eliberînd pe om de toate acestea, comanda prin mașină creează noi posibilități de mărire a intensității funcționării mașinii. Devin accesibile ordine de mărire noi în ceea ce privește viteza, temperatura, presiunea, precizia etc.

Progresul comenzii este un progres al abstracției și al capacității de a încorpora în materie sisteme abstracte. În sensul acesta el este o creație pur umană. Cunoașterea concretă, descriptivă, a unor modele din mediul natural nu ar fi dus niciodată la progresul comenzii. Forma dominantă în mașină este roata și, respectiv, mișcarea circulară. Or, roata este practic necunoscută naturii.

Progresele recente ale comenzii se întemeiază pe progresele unor discipline științifice cît se poate de rupte de „realitate", de mediul în care a apărut specia umană. Legăturile matematicii și ale logicii moderne cu „realitatea" sînt de fapt, mai ales, contacte cu idei și simboluri, cu creații umane în care se întrupează gîndirea abstractă. De aceea, progresul de mîine al comenzii și implicit progresul tehnic de mîine are nevoie de progrese ale gîndirii abstracte de azi.

Încă în secolul al XIX-lea, pe timpul predominării principiilor mecanice în tehnică, progresul tehnic a depins de progresele matematicii, stimulînd, e adevărat, prin conexiune inversă, dezvoltarea celei dintîi. În prezent însă, în condițiile în care pe prim plan se situează principiile comenzii complexe pe baza prelucrării unei cantități tot mai mari de informație tradusă în coduri matematice, progresul tehnic depinde în măsură mai mare ca oricînd de dezvoltarea disciplinelor matematice celor mai abstracte, unele dintre ele inaccesibile oamenilor cu aptitudini matematice obișnuite.

Întru-un sens mai larg întreaga tehnică este, la baza ei, de origine bionică. *Tehnologia imită funcții biologice dintre cele mai diverse și într-un mod foarte variat.*

Elementele de imitaţie sînt mai ales biofizice, în primul rînd biomecanice. Multă vreme au fost și mai sînt încă și în zilele noastre, cel mai greu de imitat elementele de comandă. Funcţiunile de comandă ale organismului biologic, mai ales ale celui animal, sînt imposibil de imitat în mod direct, din cauza numărului mare de conexiuni directe şi inverse pe care le implică. Deplasarea unui animal superior, de pildă a calului sau a boului folosiţi multă vreme pentru efectuarea lucrului mecanic, implică comenzi atît de complicate încît imitarea lor directă ar necesita cunoştinţe și posibilităţi tehnice care nu există nici astăzi. Genialitatea omului ca făuritor de tehnică constă în aceea că a ştiut să ocolească de la bun început această imensă dificultate. Abstractizînd, el a geometrizat tehnica sa, eliberîndu-se de mişcările și reglajele complicate ale modelelor sale. Desigur, roata a fost mijlocul principal de îndepărtare a locomoţiei de modelele naturale. Aranjînd acest element geometric relativ simplu în patru puncte dispuse dreptunghiular pe un sistem relativ rigid, el a reuşit să realizeze o locomoţie oarecum similară cu cea a animalului patruped. Desigur, deplasarea carului primitiv nu este atît de perfectă ca a animalului. Animalul poate străbate un teren accidentat, ceea ce carul pe roţi nu poate decît în limite foarte înguste, date de configuraţia geometrică a roţii. Totuși, această formă geometrică abstractă întruchipată material se poate deplasa peste neregularităţi de teren destul de mari în comparaţie cu un paralelipiped material care avansează numai pe un teren foarte neted (sania, de exemplu)[1].

[1] Inferioritatea maşinilor faţă de organismele animale se referă exclusiv la bogăţia comenzii. Din punctul de vedere al scopurilor urmărite de om, sistemele tehnice sînt mult mai eficiente decît animalele, deși, sau tocmai pentru că, sînt mai simple. Nici un animal nu poate atinge viteza vehiculelor mecanice, nu rezistă la o solicitare atît de îndelungată, nu poate funcţiona în medii atît de variate. Bogăţia comenzii organismului este dată de nevoia lui de a se adapta în mod pasiv la mediu, în timp ce omul a inventat şi inventează continuu mijloace exosomatice pentru a se adapta la mediu în mod activ, adaptîndu-l pe acesta din urmă la nevoile sale. Faptul că creșterea extensivă a numărului și puterii acestor mijloace deteriorează mediul este o altă problemă.

O altă cale esenţială de ocolire a imposibilităţii de a evita comenzile complexe ale funcţionării organismului animal a fost identificarea în natură sau crearea artificială a unor medii prielnice de funcţionare a sistemelor tehnice. Pentru cazul locomoţiei destul de complexe, de care ne ocupăm aici, este de remarcat identificarea unor medii omogene din anumite puncte de vedere pentru deplasarea vehiculelor, fie prin alunecare, fie prin rostogolire. Folosirea căilor de apă face parte din tehnica de locomoţie cea mai veche. În acest caz sînt utilizate reglajele date de natură : curenţii marini, orientarea vînturilor etc. Pe cursurile rîurilor, pluta se lasă dirijată pasiv de mersul apei. Sania, schiurile şi patinele, cunoscute din cele mai vechi timpuri, se deplasează pe mediile speciale create de gheaţă şi zăpadă. Pentru vehiculele pe roţi omul a inventat drumul bătătorit unde adaptarea vehiculului pe roţi la accidentele terenului nu mai este necesară decît în limite foarte înguste. Tendinţa de a reduce reglajele în deplasare a dus la apariţia navelor aeriene. Mai ales la înălţimi mari, avionul se deplasează aproape rectiliniu într-un mediu omogen, ceea ce permite realizarea unor viteze foarte mari, printre altele datorită faptului că vehiculul nu trebuie să se adapteze la nici un fel de neregularităţi ale mediului său fizic. Manevrele de dirijare se operează pe kilometri întregi. Eficienţa avionului se datoreşte faptului că mediul artificial infrastructural nu este necesar decît la pornire şi la sosire. Acelaşi lucru este valabil şi pentru navele acvatice.

La fel ca şi deplasarea terestră, zborul s-a realizat şi el prin evitarea imitaţiei directe a funcţionării organismului animal[1]. La avionul clasic forţa propulsoare este imprimată prin mişcarea elicoidală (o variantă a mişcării rotative), iar cea ascensională, de profilul aripii. Complexele comenzi care intervin în zborul păsărilor au fost înlocuite prin elemente şi mişcări geometrice abstractizate, mult mai eficiente din punct de vedere energetic şi extrem de economicoase din punctul de vedere al comenzilor.

[1] ,,Bionica încearcă să dezlege enigma fenomenalei forţe de ridicare a aripii vii...'' (*Enţiklopedia kibernetiki*, Glavnaia redakţia Ukrainskoi Sovetskoi Enţiklopedii, Kiev, 1975, Vol. I, p. 164.)

În ceea ce privește sistemele tehnice staționare, adaptarea la mediul schimbător a fost înlocuită prin crearea unui mediu artificial plasîndu-se mașinile la adăpostul clădirilor și evitîndu-se nevoia de a se adapta la schimbările de temperatură, umiditate etc.

Printr-o homeostază atît de complicată încît abia dacă este bine înțeleasă de știință, animalele superioare se pot adapta la variații relativ mari de temperatură. Sistemele tehnice staționare sînt adăpostite în medii artificiale în care temperatura, umiditatea, conținutul în diferite substanțe, sînt încadrate în limite relativ precise, astfel încît funcționează fără să apară reacția negativă la schimbările care intervin în mediul natural.

Așadar, ocolirea, evitarea nevoii de reglare imposibil de realizat la un nivel dat al tehnicii, adică *economia de reglaje* în raport cu funcția executată este unul din marile principii ale tehnicii, realizat în modurile cele mai variate, în funcție de nevoile de funcționare ale fiecărui sistem tehnic.

Abstractizarea, geometrizarea, mecanizarea unor funcții analoage cu cele biologice sînt surse de realizare a lor cu o mare economie de mișcare și un grad de complexitate mai scăzut. Ele fac *posibilă* concentrarea în timp și spațiu a unor mari cantități de substanță și energie.

Date fiind concentrările de substanță și energie obișnuite în tehnică, erorile de reglaj ar produce continuu catastrofe de mari proporții. Numai simplificarea funcției și, implicit, a comenzii face cu putință concentrările de substanță și energie practicate curent în tehnica modernă.

Economia de reglaje, de informație, este una din marile surse de economie de efort pe care le oferă tehnica în raport cu funcționarea forței de muncă omenești [1]. Ea se realizează, după cum am văzut, prin geometrizarea mișcărilor și mai ales prin transformarea cît mai multora dintre ele in mișcare rotativă.

[1] Economia drastică de reglaje a permis omului să iasă din regnul animal, să creeze unelte și mașini, trecînd apoi treptat la reglaje din ce în ce mai complicate, pe măsura acumulării de cunoștințe privind posibilitățile de rafinare a mijloacelor și procedeelor de reglare artificiale.

Principiul concentrării în tehnică

Tehnica constă, printre altele, în utilizarea forţelor naturii pentru a produce bunuri şi servicii utile omului ca individ şi societate. Pentru a utiliza aceste forţe, ele trebuie supuse comenzii omului. Ca atare, comanda ţine de esenţa tehnicii. Tehnica înseamnă comandă.

Una dintre condiţiile pentru ca forţele naturii să poată fi supuse comenzii este concentrarea lor într-un spaţiu şi într-un timp precis delimitat. Delimitarea precisă în timp şi spaţiu a acţiunii elementelor şi forţelor naturii este unul din principalele procedee generale ale tehnicii. Reacţia de oxidare violentă care se manifestă sub forma focului, necontrolată, nu ţine de tehnică, ci este o forţă a naturii adversă omului, care distruge operele lui, operele tehnicii, ale artei, ca şi mediul înconjurător favorabil în mod natural omului [1]. Focul devine un element al tehnicii în momentul

[1] Iată expresia poetică a acestei idei :

Wohltätig ist des Feuers Macht
Wenn sie der Mensch bezähmt, bewacht,
Und was er bildet, was er schafft
Das dankt er dieser Himmelskraft.
Doch furchtbar wird die Himmelkraft,
Wenn sie der Fessel sich entrafft,
Einhertritt auf der eignen Spur,
Die freie Tochter der Natur.

Friedrich von Schiller, *Die Glocke*

(Binefăcătoare este puterea focului atîta timp cît omul o stăpîneşte şi o veghează, şi tot ce a creat el datorează acestei puteri cereşti. Dar această putere cerească devine îngrozitoare atunci cînd scapă de cătuşe şi o porneşte pe propriul său drum ca fiică liberă a Naturii.

„Clopotul".)

în care el poate fi făcut să funcţioneze într-un spaţiu şi într-un interval de timp precis delimitate. Mai întîi această delimitare se realizează prin mijloace rudimentare, prin plasarea unei cantităţi limitate de combustibil pe o suprafaţă neinflamabilă. Treptat, omul învaţă să construiască instalaţii speciale în care controlul focului devine din ce în ce mai precis, prin procedee din ce în ce mai complicate.

Delimitarea înseamnă concentrare. Prin controlul din ce în ce mai precis se dobîndeşte posibilitatea de a se concentra, pe un spaţiu şi un interval de timp date, o cantitate crescîndă de energie calorică. Prin aport artificial de oxigen, temperatura de ardere poate fi ridicată considerabil şi, implicit, poate fi mărită cantitatea de căldură concentrată pe unitatea de spaţiu şi de timp.

Descoperirea unui element al naturii utilizabil în principiu nu este decît prima fază a utilizării sale în tehnică, nu este decît un simplu punct de pornire. Numai *exercitarea comenzii şi controlului* asupra lor îl transformă într-un element al tehnicii în deplinul înţeles al cuvîntului. Supunerea forţelor naturii unui control precis necesită eforturi şi timp îndelungat, o cantitate mare de resurse de inventivitate. Explozia atomică încununează procesul de descoperire a unei forţe naturale, dar integrarea ei în sistemul tehnologic abia aici începe. Şi, după cum ştim, procesul acesta este îndelungat. Astăzi, după trei decenii de la explozia primei bombe atomice, centralele atomo-electrice, in ciuda unor previziuni optimiste, sînt încă într-o fază de competiţie cu centralele clasice care îşi cedează încet locul. Progresul comenzii asupra reacţiilor atomice este condiţia realizării în măsură crescîndă a imensei energii potenţiale concentrate în mod natural în atom.

Efectele secundare nocive ale sistemelor tehnice (emanaţii de substanţe nocive organismului uman, zgomot etc.) nu sînt decît manifestări ale caracterului incomplet al controlului omului asupra sistemelor tehnice create şi utilizate de el. Desigur că acest control are limitele sale naturale care nu pot fi depăşite. Acumularea de informaţie asupra funcţionării sistemelor tehnice şi incorporarea adecvată a acesteia se loveşte la un moment dat de aceste limite. Atunci cînd progresul nu mai este cu putinţă se caută un nou sistem tehnic care îndeplineşte aceeaşi

funcţie sau una analoagă, producînd aproximativ acelaşi efect util.

Concentrarea ca trăsătură esenţială a tehnicii ne duce cu gîndul la esenţa artei care, după unele definiţii, constă tocmai în concentrarea pe un spaţiu sau un interval de timp delimitate a unor elemente materiale purtătoare de informaţie de natură să producă un anumit gen de emoţie de o anumită intensitate. În acest context s-a invocat de către esteticieni și de critici literari semnificaţia cuvîndului german *Dichtung*, care înseamnă și poezie și condensare, concentrare. După părerea unor esteticieni, poezia lirică trebuie să fie scurtă, explozivă. Dincolo de asemenea consideraţii poate prea categorice, este însă limpede că opera de artă trebuie să aibă limite precise în spaţiu şi în timp. Regula celor trei unităţi a dramaturgiei antice greceşti este încă o expresie consacrată a acestui imperativ al condensării. Astfel, ea ne apare ca o regulă generală a activităţii umane, o regulă praxeologică de *reducere a infinitului la dimensiuni comparabile cu fiinţa umană*, cu limitele ei, o aducere a realităţii la situaţia în care omul este măsura tuturor lucrurilor.

Concentrarea în timp şi spaţiu a proceselor tehnologice este rezultatul gîndirii tehnice colective acumulate de-a lungul multor generaţii de creatori. Adeseori inventatorii individuali, urmărind concentrarea unui sistem tehnic pe un spaţiu mai redus sau într-un interval de timp mai redus, nu-şi dau seama că se încadrează într-o tendinţă generală a progresului tehnic. Problema este de asemenea dimensiuni, încît ea nu poate fi realizată dintr-odată, printr-un singur act de progres tehnic. Un exemplu expresiv al dificultăţii şi dimensiunilor ei este dorinţa, dealtfel veche, de a supune controlului într-un mod cît mai direct energia solară. Se știe că Pămîntul este iradiat continuu cu o cantitate uriașă de energie solară. Dar aceasta ajunge pe suprafaţa terestră într-o formă difuză, cu o concentraţie redusă pe unitatea de timp și de spaţiu. De aceea, omul a captat sursele de energie solară indirectă pe care natura le-a concentrat prin procese specifice și variate. Energia animală, energia apelor curgătoare, a vîntului, a combustibililor

fosili, a plantelor uscate etc., sînt forme de energie solară concentrată şi reordonată.

Concentrarea este foarte vizibilă în cazul apelor curgătoare care în multe locuri se mişcă între limitele precis conturate ale malurilor. Poate acesta este şi motivul pentru care energia apelor curgătoare a fost prima care a fost utilizată pentru acţionarea unor maşini de putere mai mare. Moara de apă a fost precursoarea directă a fabricii care şi astăzi în multe cazuri se numeşte în limba engleză *mill* (moară).

Din consideraţiile de pînă acum rezultă că *concentrarea înseamnă în primul rînd ordonare.* De cele mai multe ori crearea unui sistem tehnic nou echivalează cu reordonarea unor elemente cunoscute mai înainte. După cum arată proiectanţii cu experienţă, ordonarea din ce în ce mai bună (tinzînd către optim) a elementelor sistemului pe care îl proiectează este unul din principiile de bază ale activităţii de proiectare.

Concentrarea spaţială atrage după sine concentrarea maselor elementelor materiale componente, reducerea masei acestor elemente, reducerea cantităţii de substanţe pe unitatea de spaţiu. Ceea ce astăzi se numeşte miniaturizare este o caracteristică generală a tehnologiei. Concentrarea este condiţia producţiei în serie mare. Producţia în serie mare înseamnă tocmai miniaturizare, reducerea spaţiului şi a timpului necesare pentru realizarea unităţii de produs şi, ceea ce este mai important, reducerea cantităţii de informaţie pe unitatea de produs. Acest lucru trebuie subliniat mereu cu deosebită tărie întrucît omul, comparîndu-se cu animalele din care provine, tinde să supraaprecieze productivitatea activităţii sale mintale. În realitate, cea mai mare parte a acestei activităţi se consumă pentru interpretarea informaţiei create de predecesori sau de alţi contemporani. Inginerul petrece mulţi ani în şcoli pentru a învăţa o mică parte din starea tehnologiei. Informaţia odată acumulată, nu se păstrează în memorie decît în colectiv, deoarece memoria individuală nu poate înmagazina decît o cantitate limitată de informaţie. Cea mai bună dovadă este faptul că sînt suficienţi cîţiva ani de izolare faţă de vorbitorii împreună cu care un individ păs-

trează în memorie colectivă limba maternă, pentru ca deprinderea de a o folosi să slăbească considerabil.

Același lucru este valabil pentru orice activitate cu componență informațională. Izolarea inginerilor, tehnicienilor și muncitorilor, față de coprofesionalii lor purtători de tehnică actuală, îi va face să-și piardă treptat cunoștințele. Generarea de informație nouă este cu atît mai dificilă și cere un efort cu atît mai mare. Deși ideile noi apar într-un mod care nu este încă bine înțeles de știință, dictonul devenit popular potrivit căruia inspirație înseamnă transpirație reflectă faptul că ideea tehnică nouă apare ca rezultat al unui efort imens și îndelungat, un contact mai mult sau mai puțin direct cu sistemul tehnic avut în vedere, cu coprofesionali și cu oameni de alte profesii, precum și cu obiecte naturale și tehnice de cele mai diferite naturi.

Avantajele seriei mari din producția industrială sînt multiple. De cele mai multe ori într-o primă aproximație se consideră că acestea ar consta în repartizarea pe un număr mai mare de produse a cheltuielilor generale de regie. În realitate, probabil că economiile principale ale producției în serie mare provin de acolo că un singur sistem informațional conținut într-un proiect servește la realizarea unui număr oricît de mare de produse fizice. Din acest punct de vedere, cu cît proiectul este mai complicat, cu alte cuvinte cu cît conține mai multă informație, cu atît, celelalte condiții rămînînd constante, este mai eficientă producția în serie.

Producția în serie mare ne apare astfel, în primul rînd, ca o economie de informație și abia în al doilea rînd ca o economie de muncă și de fonduri. Datorită unei informații corespunzătoare, ea este un exemplu de concentrare în timp și în spațiu a unor elemente ale tehnicii. Printr-o uzină de automobile trec într-un an milioane de tone de oțel, la rîndul lui rezultat dintr-un multiplu de milioane de tone de minereu de fier, de cocs și de alte materiale.

Economia de masă, de substanță, se realizează prin adăugarea de informație. Această economie nu este deci gratuită, nu rezultă dintr-o simplă reducere a dimensiunilor. Economia de masă și deci și economia de spațiu se

realizează prin inventarea unor materiale mai bune, cu proprietăţi de rezistenţă mai ridicate, cu o conductivitate termică sau electrică mai înaltă sau, dimpotrivă, mai scăzută, prin combinarea cea mai bună posibilă (optimă) a acestor proprietăţi.

Iată de ce capacitatea de absorbţie de informaţie a unui material este o caracteristică esenţială a acestuia din punctele de vedere menţionate mai sus. Astfel, după cum am văzut, lemnul este mai bun decît piatra, fierul mai bun decît lemnul, iar oţelul mai bun decît celelalte aliaje ale fierului. Masele plastice, deşi aflate abia la începutul carierei lor istorice, sînt potenţial infinit superioare fierului, deoarece informaţia poate fi încorporată în ele nu numai intermolecular ci şi intramolecular, ceea ce deschide infinite noi posibilităţi de combinare. Ceea ce rămîne de făcut este realizarea acestor potenţialităţi. Dar aceasta este o chestiune de istorie. Faptul că pătrunderea noilor materiale sintetice în producţie este mai lentă decît ne-am aştepta, judecînd după unele caracteristici ale lor, se datoreşte caracterului social-istoric al progresului tehnic, faptului că acesta este supus unor procese sociale de comandă, pe de o parte, iar, pe de altă parte, faptului că nu există încă cunoştinţele necesare pentru o aplicare eficientă a acestor materiale în proporţii mai mari.

De pe acum este limpede că anumite configuraţii materiale sînt posibile numai datorită faptului că, graţie informaţiei acumulate, în procesul de producere a materialelor sintetice pot fi controlate procese intramoleculare complexe ; se pot realiza combinaţii infinit mai subtile decît cele realizate prin mijloace mecanice. Graţie acestor posibilităţi intramoleculare, se pot realiza noi combinaţii mecanice care sînt macroscopice. Desigur şi astăzi o mai bună armonizare a proprietăţilor intramoleculare cu cele macroscopice poate duce la economii importante de spaţiu şi timp, la o concentrare mai mare a elementelor şi proceselor. Consumul de materiale sintetice, realizate graţie progreselor ştiinţei şi tehnicii chimice, creşte continuu şi rapid, chiar dacă utilizările noi sînt mai subtile şi mai complexe decît simpla înlocuire a oţelului, care nu şi-a epuizat încă toate posibilităţile şi rămîne încă materialul structural de bază al industriei şi construcţiilor moderne.

Proprietăţile mecanice ale materialelor structurale clasice, ale pietrei, argilei, sticlei, lemnului, fierului, erau suficient de evidente pentru ca, mult timp, progresele să se poată realiza pe cale pur empirică. Dar chiar din zorii industriei moderne a fost necesar apelul la ştiinţă pentru a progresa în ceea ce priveşte concentrarea elementelor sistemelor mecanice. A fost nevoie de antrenarea cunoştinţelor furnizate de ştiinţele existente şi ale unor noi discipline ştiinţifice, cum sînt rezistenţa materialelor şi alte discipline inginereşti.

În momentul în care însă tehnica a progresat pînă la limita dincolo de care controlul materialelor nu se mai poate realiza organoleptic, fie chiar din cauza intensităţii proceselor mecanice, fie din cauza faptului că înseşi fenomenele naturale puse în serviciul tehnicii nu mai sînt accesibile observaţiei directe, ştiinţa a devenit o condiţie necesară pentru progresul tehnic. Fenomenele electrice şi electronice, ca şi o mare parte din fenomenele chimice, nu mai pot fi controlate organoleptic. Curentul electric nu se vede, nu miroase, iar, în momentul în care acţionează asupra omului, este fie extrem de nociv, fie de o tensiune şi intensitate care nu permit aprecierea după senzaţiile pe care le produce.

Aparatele de măsură electrice se bazează pe fenomene electromagnetice care nu există în mod obişnuit în stare naturală (cum există o mare parte din fenomenele mecanice). A fost nevoie de cercetări ştiinţifice şi tehnice, bazate *pe metoda ştiinţifică* constînd în anumite procedee de gîndire abstractă, pentru a formula fenomenele într-un limbaj abstract. Fenomenele electrice nu mai pot fi exprimate într-un limbaj natural. Tensiunea şi intensitatea curentului electric nu pot fi văzute sau simţite în mod suficient de gradat cu organele simţurilor noastre. A fost nevoie de apelul la numele unor oameni de ştiinţă pentru a desemna unităţile de măsură a unor concepte abstracte. Numai aparate relativ complicate pot măsura intensitatea şi tensiunea unui curent. Lungimea unui metru poate fi apreciată din ochi pînă la o precizie de aproximativ 10%, pe cînd intensitatea unui curent, nu.

Şi mai complexe sînt fenomenele electronice intermoleculare, intraatomice. Numai gîndirea teoretică a putut

crea instrumentele cu care s-a putut pătrunde în microuniversul atomic, reprezentat popular de modelele lui Rutherford, astăzi răspîndit în numeroase publicaţii şi pe milioane de afişe, simbolizînd puterea ştiinţei.

Dacă conceptele fizicii clasice pot fi exprimate, cel puţin parţial, cu ajutorul aritmeticii accesibile tuturor oamenilor, fizica modernă îşi datoreşte existenţa unor capitole abstracte ale matematicii. Prin intermediul fizicii aceste capitole, uneori greu accesibile intuiţiei imediate, au început să pătrundă şi se extind treptat în alte discipline ştiinţifice cum sînt biologia sau ştiinţele sociale. Chiar dacă aici elementul matematic nu serveşte încă în mod direct măsurării nemijlocite, cum se întîmplă de cele mai multe ori în fizică, el creează un cadru de gîndire care, combinat cu observaţia empirică, permite să se evite rătăcirea în spaţii de gîndire amorfe. Chiar dacă ajută numai la structurarea mai bună a gîndirii, matematica serveşte progresului ştiinţei şi, implicit, al ştiinţei biologice, sociale etc. De exemplu, ideea de optim care, din punct de vedere matematic, poate să reprezinte un punct într-un spaţiu multidimensional, oricît de abstractă ar fi, ne călăuzeşte mereu spre căutarea unor soluţii mai bune decît cele pe care le avem astăzi. Astfel, ea este o idee ordonatoare, generală în practica umană, ştiinţifică, tehnică sau socială.

Concentrarea constînd, printre altele, în ordonare, atrage după sine necesitatea măsurării şi a perfecţionării ei continue. Aceasta se datorează necesităţii unei creşteri importante a *preciziei*, care înseamnă respectarea din ce în ce mai riguroasă a unor dimensiuni. În legătură cu aceasta, gîndirea tehnică a creat noţiunea de *toleranţă*, care este una dintre punţile dintre ştiinţă şi tehnică. Majoritatea calculelor din tehnică se realizează pe baza unor modele matematice deterministe. Dar din cauza multiplelor imperfecţiuni ale sistemelor tehnice cu care se realizează sistemele tehnice noi şi care îşi au originea în imperfecţiunea mecanică a organismului omenesc (în felul acesta toleranţa devine o punte de legătură între organic şi neorganic, mai ales mecanic), măsurile calculate nu pot fi materializate ca atare, ci cu abateri stohastice. Reducerea dispersiei acestor abateri este una din problemele nodale

ale tehnicii şi ea se realizează prin interacţiunea dintre instrumentele de măsurare şi sistemele tehnice efectoare ale aparatelor din care se compun procesele.

Progresul tehnic este astfel, printre altele, un proces al *reducerii abaterilor dintre valorile de calcul și valorile parametrilor de funcționare reali ai sistemelor tehnice.* Reducerea dispersiei abaterilor este necesară și la producția în serie mare a unor sisteme tehnice relativ fine, care presupune interșanjabilitatea pieselor care se produc în locuri diferite, în mod specializat. Precizia crescîndă este necesară și creșterii sau menținerii fiabilității în sistemele tehnice individuale complexe, unde siguranţa de funcţionare tinde să scadă exponenţial cu creşterea numărului de elemente care alcătuiesc sistemul.

Creşterea preciziei în sensul reducerii disperisiei abaterilor este o componentă esenţială a capacităţii de absorbţie informaţională a materialelor. Superioritatea oţelului asupra lemnului constă esenţialmente în posibilitatea de a controla dimensiunile pieselor din oţel în condiţii variate. Cunoscîndu-se bine, de exemplu, coeficientul de dilataţie al unei piese de oţel, i se pot controla cu precizie dimensiunile în regimuri variate de temperatură. Pe măsură ce dimensiunile pot fi controlate mai bine, se pot micșora coeficienţii de siguranţă, ceea ce înseamnă economie de substanţă și, implicit, de spaţiu, energie etc. Cunoscîndu-se mai bine proprietățile de rezistenţă la diferite solicitări mecanice, piesele de oţel pot fi supuse unor viteze de mișcare mari și calculate cu mai multă precizie.

Iată în ce constau, în mod întrucîtva mai concret, economiile de muncă și de fonduri (sau de capital) pe care încearcă să le identifice şi să le separe cercetarea economică pe scară agregată. Am văzut că aceste economii, care constau într-o concentrare mai mare în timp și în spaţiu a proceselor tehnice (a proceselor de producţie), se datoresc în exclusivitate cercetării, fie ea de natură ştiinţifică sau tehnică, de natură teoretică sau mai apropiată de practică.

Problema care se pune este cum această înlocuire a substanţei şi energiei cu informaţie aduce un spor net de eficienţă. Răspunsul este relativ simplu: în timp ce substanţa şi energia se consumă mai mult sau mai puţin

repede, informaţia, odată generată, intră în memoria socială, unde poate fi stocată şi de unde poate fi extrasă cu un cost foarte redus, în comparaţie cu costul producerii unui sistem tehnic material şi care, pe deasupra, se uzează rapid. Geometria lui Euclid, creată cu milenii în urmă, continuă să fie un ingredient esenţial într-o mare parte a sistemelor tehnice. Euclid, despre care ca persoană nu se mai ştie aproape nimic, continuă să ne dăruiască cotidian instrumentele cu ajutorul cărora calculăm roţile şi barele, pereţii şi acoperişurile. Acelaşi lucru se întîmplă cu toate descoperirile ştiinţifice şi invenţiile tehnice. Dar niciodată geometria lui Euclid şi celelalte descoperiri şi invenţii nu-şi pierd din cantitatea de informaţie pe care o conţin.

Experimentul mintal al lui K. Popper [1] este revelator în această privinţă. Dacă toate bunurile materiale, cu excepţia bibliotecilor, s-ar distruge printr-un cataclism, omenirea s-ar putea reface relativ repede. Invers, dacă s-ar păstra bunurile materiale, cu excepţia bibliotecilor, replasarea pe calea progresului ar dura un timp îndelungat, dar distrugerea bunurilor materiale inclusiv bibliotecile, ar arunca omenirea cu multe milenii înapoi. Experimentul acesta este desigur o simplificare, dar el ne arată importanţa covîrşitoare a memoriei sociale pentru progresul social în general şi pentru progresul tehnic în special.

Sistemul memoriei sociale este, după cum am văzut, mult mai complex. El este un sistem viu, în continuă mişcare. De exemplu învăţămîntul, care este un subsistem de memorie activă, în cadrul căruia conservarea informaţiei se îmbină cu transmiterea ei din generaţie în generaţie, este şi un sistem generator de informaţie tehnologică nouă. Mulţi profesori de discipline tehnice sînt inventatori şi proiectanţi ; studenţii coopereazǎ activ cu memoria celor dintîi, creînd premisele pentru invenţii sau descoperiri noi. Există laureaţi ai Premiului Nobel încă studenţi sau abia ieşiţi de pe băncile facultăţii.

[1] K. Popper, *Epistemologia fără subiect cunoscător*, în vol.: *Epistemologie. Orientări contemporane*, Editura politică, Bucureşti, 1974, p. 71.

Învăţămîntul comportă un anumit cost social, care nu este deloc neglijabil. De aceea, o înflorire a învăţămîntului (şi a cercetării) pe scară de masă nu este un accident istoric ci apare odată ce societatea este în stare să aloce anumite fonduri pentru această meta-investiţie.

Costul învăţămîntului din punctul de vedere al progresului tehnic este augmentat şi de modul specific în care omul este capabil să recepţioneze informaţia ştiinţifică generată de predecesori. Am menţionat deja faptul că informaţia ştiinţifică şi tehnică se recepţionează cu un efort al individului receptor. Această informaţie este de cu totul altă natură decît cea cuprinsă intr-un mesaj de felicitare de anul nou. Individul o poate recepţiona într-un mod eficient numai dacă se ocupă exclusiv de asimilarea ei, neavînd o altă preocupare profesională. Mai mult decît atît, efectul receptiv uneori este maxim la o anumită vîrstă biologică. Reciclarea ar fi ineficientă dacă nu s-ar clădi totuşi pe cunoştinţele vechi, chiar dacă acestea sînt depăşite.

O parte din tehnicieni lucrează pe baza cunoştinţelor acumulate în timpul studiilor universitare. De aceea, realizările tehnice actuale se bazează pe cunoştinţe ştiinţifice avînd o vechime măsurată în decenii. Acesta este unul din motivele pentru care rezultatele cercetării ştiinţifice par îndepărtate de practica actuală. Dar tot acesta este motivul pentru care cercetarea trebuie să devanseze nevoile practicii imediate. Altfel, se sustrage suportul ştiinţific pentru practica tehnologică de peste un deceniu, două sau trei.

Memoria tehnologică socială nu se reduce nici la biblioteci, nici la sistemul învăţămîntului, nici la sistemul cercetării care porneşte mereu de la memorie la căutări de informaţie nouă. Memoria tehnologică este încorporată şi în sistemele tehnice materiale şi în masa mare de oameni care acţionează asupra acestor sisteme — ingineri, tehnicieni, muncitori în interacţiunea cotidiană a acestor milioane de oameni cu sistemele tehnice materiale. Metaforic vorbind, memoria tehnologică este un organ

social. Buna interacţiune între diferitele subsisteme ale sistemului memoriei tehnice şi ştiinţifice a societăţii este o condiţie necesară a bunei funcţionări a sistemului tehnologic de ansamblu al societăţii. Izolarea învăţămîntului faţă de cercetare şi a amîndurora faţă de sistemul producţiei materiale diminuează eficienţa tuturora, după cum izolarea producţiei faţă de nevoile pe care ea urmează să le satisfacă reduce pînă la anihilare eficienţa economică, chiar dacă eficienţa fizică (de exemplu numărul de bucăţi pe oră) este foarte ridicată.

Reglarea economică a tehnicii

Sistemul tehnologic al societății nu este un fenomen pur material ci, în primul rînd, un fenomen social. Reprezentanții lui sînt oamenii, purtători de informație, ajutați de diferite „memorii" în care este stocată informația tehnologică și de elementele materiale ale sistemului (mașini, instalații etc.). Între diferitele elemente ale sistemului tehnologic al societății există goluri, rupturi, contradicții. Conexiunile dintre elementele sistemului forțelor de producție sînt de natură dublă : tehnologică și economică. Mișcarea elementelor nu se desfășoară în același ritm, ceea ce duce la apariția de dezechilibre, disproporții și alte nepotriviri.

Pentru ca sistemul să nu degenereze, dinamica lui necesită existența unui sistem de reglare. Reglarea sistemului tehnologic, ca orice reglare, se realizează cu ajutorul informației. Desigur că în procesul de reglare informația tehnologică joacă un rol important. Fluxurile de informație tehnologică sînt multiple și ne-am oprit asupra lor în altă parte a lucrării. Sistemul tehnologic este reglat și de fluxurile de informație științifică. Efectul acesta se produce în cea mai mare parte cu întîrziere în mod indirect, prin traducerea codului științific în cod tehnologic. Totuși, datorită influenței pe care informația științifică o exercită asupra purtătorilor tehnologiei, ea are și o influență reglatoare directă.

Totuși, aceste două genuri de informație nu sînt suficiente pentru reglarea dinamicii sistemului forțelor

de producţie. Ponderea cea mai mare pare să o aibă în acest proces de reglare informaţia economică.

Explicaţia trebuie căutată în faptul că tehnologia se aplică valorilor de întrebuinţare, adică unor obiecte sau clase de obiecte care au fiecare însuşirile lor proprii, unice, incomparabile unele cu altele, iar informaţia tehnologică este purtată de experţii purtători de informaţie foarte diferită şi cu priceperi diferite, între care se ridică barierele informaţionale ale diviziunii sociale a muncii. Ei nu s-ar putea înţelege unii cu alţii dacă nu ar exista un limbaj comun, un cod simplu, cum este sistemul monetar. Importanţa istorică a invenţiei sistemului monetar apare în adevăratele sale dimensiuni pe fondul forţelor de producţie moderne. Banii constituie un sistem informaţional de o simplitate extremă, care, în majoritatea cazurilor, poate fi manipulat cu artimetica elementară, poate fi însuşit în 2—3 ani, în primii ani ai vieţii, şi este accesibil nu numai agenţilor producţiei de toate specialităţile, dar şi tuturor agenţilor procesului economic, chiar şi celor fără cunoştinţe tehnice. Datorită sistemului monetar este posibilă participarea la reglarea sistemului tehnologic a unor oameni care pot să nu aibă nici cea mai vagă idee tehnică, cum ar putea fi contabilii, funcţionarii de bancă etc. Cu ajutorul sistemului monetar este posibilă comunicarea dintre sistemul tehnologic şi mediul său social alcătuit din consumatori, din organele puterii şi administraţiei de stat şi din multe alte categorii sociale.

Sistemul monetar vehiculează informaţia privind activităţile pe care mediul le impune sistemului tehnologic sub forma caracterului limitat al resurselor de toate felurile. Multe din restricţiile mediului sînt comunicate sistemului tehnologic de către sistemul monetar. Acesta este unul din motivele pentru care banii nu au putut fi aboliţi nici în socialism, unde deciziile tehnologice, atît la scară macroeconomică cît şi la cea microeconomică, sînt luate în mod conştient pe bază de plan. În socialism, sistemul monetar este codul în care o mare parte din deciziile de plan sînt comunicate sistemului tehnologic.

Desigur, sistemul monetar nu este un sistem informaţional perfect. Ca orice sistem informaţional, el este

afectat de zgomote şi, mai în particular vorbind, de deficienţele rezultînd din caracterul său general, din mai mica sau mai marea sa instabilitate etc. În orice caz, după mai multe decenii de existenţă a economiei socialiste, nu se întrevede încă perspectiva abolirii lui deşi, după cum se ştie, deficienţele sale funcţionale în interiorul economiei capitaliste au determinat, în istoria gîndirii socialiste, formularea programatică repetată a desfiinţării banilor.

Reglarea sistemului tehnologic de către sistemul economic a fost observată de multă vreme. Întreaga analiză marxistă a capitalismului este o punere în evidenţă a caracterului reglator al economiei în raport cu tehnologia şi a contradicţiilor generate de relaţiile de producţie capitaliste şi de efectele acestora asupra sistemului forţelor de producţie. În „Capitalul'' Marx analizează în întregimea sa acest proces de reglare, deficienţele lui de principiu şi consecinţele sale sociale, în epoca sa. Dar şi alţi economişti, analizînd capitalismul chiar şi de pe poziţii de clasă opuse lui Marx, au constatat rolul economiei ca reglator al sistemului tehnologic. Astfel, Gottl-Ottlilienfeld a adus contribuţii importante la studiul economic al sistemului tehnologic în prima parte a secolului nostru. El scrie, printre altele : „. . . tehnica actuală care, prin esenţa sa, este progresistă, are nevoie neapărată de o reglare precisă a progresului său ! Posibilităţile acestui progres sînt infinit de bogate. Direcţiile sale precise în care oamenii caută să-l realizeze nu pot fi decise decît de economie''[1].

Îl vedem aici pe Gottl, ale cărui contribuţii la studiul progresului tehnic au fost subliniate de Oskar Lange, anticipînd idei cibernetice. Această anticipare nu este întîmplătoare, ea rezultă din caracterul esenţialmente cibernetic al ştiinţei economice.

Această funcţie de reglare pe care o exercită sistemul economic asupra sistemului tehnologic nu trebuie privită într-un mod simplificat. În primul rînd, *această funcţie de comandă se exercită în interacţiune cu logica tehnică* pe care logica economică nu poate s-o înfrîngă

[1] F. Gottl-Ottlilienfeld, *Wirtschaft und Wissenschaft*, Gustav Fischer, Jena, 1931, p. 1155

deoarece prima se bazează pe legile naturii. În al doilea rînd, *logica tehnică și logica economică* au comun faptul că *ambele sînt optimizatoare* în sensul că ambele urmăresc să exteriorizeze o funcție-obiectiv, dată fiind o mulțime de restricții. Deosebirea constă în natura funcției-obiectiv și în natura restricțiilor. Funcția-obiectiv și restricțiile economice au un caracter general valabil pentru toate activitățile tehnologice, pentru toate subsistemele și elementele sistemului tehnologic, în timp ce funcția-obiectiv și restricțiile tehnologice au un caracter local, individual, valabil pentru elemente individuale ale sistemului tehnologic sau pentru unele elemente, fără să le cuprindă niciodată pe toate. Distincția marxistă dintre valoarea de întrebuințare și valoare își manifestă încă o dată perenitatea ca instrument de analiză, oferind un analog apropiat, care permite o pătrundere în intimitatea reglajelor subtile ce au loc în cadrul dezvoltării sistemului forțelor de producție.

Pe de altă parte, înșiși purtătorii informației tehnologice sînt continuu alimentați cu informație tehnologică și-și adaptează deciziile tehnologice la restricțiile economice. „Nici un inginer nu-și asumă bătaia de cap și cheltuiala pentru a dezvolta tehnica de care e sigur că se va dovedi a fi neeconomică", scrie W. E. S. Salter, unul din cercetătorii cunoscuți ai problemelor economice ale progresului tehnic, adăugînd că multe din deciziile cotidiene ale inginerilor „sînt, în esență, decizii de costuri în cadrul dat de restricțiile tehnice; ele sînt decizii cvasi-economice care preced opțiunile oamenilor de afaceri"[1].

Desigur, realitatea este și mai complexă. Numai în cadrul unor produse care se dezvoltă pe o linie continuă se pot face anticipări de costuri și se pot adopta decizii tehnologice strict în funcție de costuri. De regulă, lansarea unui produs nou implică o perioadă inițială de costuri ridicate care aduc, celor ce lansează un produs nou, pierderi. Scopul urmărit nu este o reducere imediată a costurilor și o sporire a profitului (în economia capitalistă),

[1] W.E.G. SALTER *Productivity and technical Change,* Cambridge University Press, Cambridge, 1966, p. 14.

ci afirmarea sau menţinerea produsului pe piaţă, ca prim obiectiv, cel al reducerii costului fiind derivat.

Ar fi unilateral să privim progresul tehnic ca avînd drept unic scop sau scop principal îmbunătăţirea unor indicatori economici generali, cum este productivitatea muncii şi preţul de cost. Dusă la limita extremă ideea aceasta, care exprimă interesele unilaterale ale producătorului, ar preconiza o fabrică automată de produs birje.

În reglarea economică a sistemului tehnologic al societăţii, trebuie distinse două aspecte esenţiale deşi, după cum vom vedea, al doilea este cuprins în primul : primul, mai general, vizează adaptarea întregului sistem tehnologic al societăţii la volumul şi structura nevoilor acesteia, la nevoile consumului individual şi ale celui social ; celălalt aspect, mai particular, vizează reglarea conexiunilor dintre elementele componente ale sistemului, astfel încît sistemul *tinde* să funcţioneze în mod optim în interiorul său, prin coordonarea elementelor sale şi a dinamicii calitative şi cantitative ale acestora.

În ceea ce priveşte primul aspect, acela al adaptării sistemului în ansamblu la nevoile societăţii, aceasta este o problemă economică generală, centrală pentru literatura de specialitate şi ar fi greu să adăugăm ceva la analizele făcute de alţii. Ceea ce se cuvine menţionat este extrema complexitate, complexitatea crescîndă a acestui proces, datorită faptului că nevoile ele însele nu sînt statice, date odată pentru totdeauna, ci suferă o evoluţie istorică continuă, determinată de creşterea avuţiei şi a venitului societăţii, precum şi a acţiunii calitative a progresului tehnic. Aceasta duce, pe de o parte, la o diversificare a nevoilor, iar, pe de altă parte, la o deplasare a lor într-un sens bine determinat. Dacă în secolul al XIX-lea mari economişti se ocupau în principal de nevoile biologice fundamentale ale omului, astăzi aceste preocupări se concentrează în studiile pentru ţările în curs de dezvoltare, multe dintre ele şi astăzi bîntuite de foamete, subalimentaţie, lipsă de adăpost, de îmbrăcăminte etc. Dar chiar şi aici, aceste nevoi se manifestă într-un context istoric specific epocii noastre. În condiţiile deficitului acut de bunuri necesare satisfacerii nevoilor alimentare, se manifestă uneori cu putere, cererea de bunuri superioare

cum sînt, de pildă, cele de vehiculare a informației (ziare, cărți, aparate de radio și de televiziune etc.). În cazul țărilor în curs de dezvoltare capitaliste, aceste nevoi și modul de satisfacere a lor contribuie la ascuțirea contradicțiilor de clasă, datorită faptului că partea leului din bunurile create de tehnica modernă, provenită de obicei în parte covîrșitoare din import, încape în posesia claselor exploatatoare de naturi diferite (capitaliști, feudali, vîrfurile tribale etc.), accentuînd astfel mizeria maselor, pe de o parte, și concentrarea unui consum ostentativ, adeseori depășind orice idee de raționalitate, pe de altă parte.

Dificultățile de refacere a acestei adaptări de ansamblu, atunci cînd ea este perturbată, se manifestă în țările capitaliste dezvoltate prin diferitele deficiențe în ajustarea mecanismelor economice între ele, prin fenomenele de criză, prin inflație, șomaj etc. Fenomenele crizei recente și defectele generale de reglaj de ansamblu în capitalismul dezvoltat contemporan necesită studii speciale. Criza îndelungată a sistemului monetar internațional, recesiunea producției în multe ramuri industriale în majoritatea țărilor capitaliste etc. sînt simptome majore care dovedesc incapacitatea sistemului capitalist de a asigura o reglare corectă a adaptării funcționării sistemului tehnologic al societății la cererea solvabilă, dar și reglarea cererii solvabile în funcție de posibilitățile sistemului tehnologic.

Dificultăți de reglare a sistemului tehnologic la nevoile societății există și în socialism. Ele provin, pe de o parte, din creșterea volumului și varietății nevoilor, iar, pe de altă parte, în cazul țărilor socialiste în curs de dezvoltare, din nevoia reglării optime a proporțiilor dintre consumul actual și asigurarea consumului viitor, din nevoia de a reduce și lichida decalajul față de țările dezvoltate, care constituie o nevoie socială imperioasă, nu numai de natură economică ci și de natură socială și politică mai generală, nu numai pe plan național ci și pe plan internațional.

Toate aceste dificultăți specifice diferitelor grupuri de țări se reflectă în dificultăți, contradicții și pericole pe arena economică și politică internațională. Realizarea unei *noi ordini economice și politice internaționale*, corespunzînd aspirației generale spre o lume mai dreaptă și

mai bună, va contribui şi, în măsura în care elementele acestei noi ordini îşi fac apariţia în zilele noastre, contribuie la adaptarea mai bună a sistemelor tehnologice naţionale la nevoile naţionale. După cum se ştie, unul din elementele principale ale noii ordini economice internaţionale este facilitarea accesului tuturor ţărilor, şi mai ales al ţărilor în curs de dezvoltare, la cuceririle tehnicii moderne. Difuzarea treptată a tehnologiei moderne, adaptarea acestora la condiţiile specifice din diferitele zone ale globului pămîntesc şi la cele ale ţărilor din aceste zone pot crea premisele pentru reducerea disproporţiilor şi dezechilibrelor mondiale, pentru creşterea stabilităţii bunelor relaţii internaţionale şi diminuarea pericolului izbucnirii unor conflicte internaţionale majore.

După ce arată necesitatea ca toate ţările să aibă acces la materiile prime şi la sursele de energie, tovarăşul Nicolae Ceauşescu subliniază că „trebuie să fie asigurat accesul tuturor ţărilor la cuceririle ştiinţei şi tehnicii moderne — ţinînd seama de faptul că lichidarea subdezvoltării, progresul rapid al tuturor naţiunilor nu se pot realiza decît pe baza celor mai noi cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii contemporane"[1)].

Revenind la reglarea funcţionării sistemului tehnologic al societăţii la nevoile ei interne, trebuie subliniată, ca tendinţă generală, creşterea ponderii nevoilor informaţionale faţă de nevoile materiale în ansamblul nevoilor, pe măsura creşterii nivelului economic general al societăţii. Volumul şi varietatea nevoilor informaţionale cresc. O parte considerabilă din aceste nevoi sînt de natură productivă. Avem de-a face cu un necesar de informaţie productivă care creşte pe măsura creşterii complexităţii sistemului tehnologic al societăţii. Dar creşte sensibil şi cererea de informaţie de consum. Informaţia şi mijloacele de producţie, transmitere şi recepţionare a informaţiei devin o nevoie acută, de volum considerabil. Sporeşte puternic cererea de ziare, cărţi, reviste de informaţie generală şi specială. Creşte cererea de mijloace electro-acustice şi electronice de generare, transmitere şi recepţionare a

1) NICOLAE CEAUŞESCU, *Raport la cel de-al XI-lea Congres al Partidului Comunist Român*, Editura politică, Bucureşti, 1974, p. 35.

informației. În toate țările cu nivel mediu și înalt de dezvoltare, în țările în care a fost declanșat procesul de industrializare, producția de mijloace informaționale a luat asemenea proporții încît ramurile respective au devenit ramuri economice majore. De obicei, producția de bunuri informaționale figurează în statisticile oficiale la alte rubrici, dar în toate țările, care au atins un anumit nivel minim de dezvoltare industrială, producția de aparate de radio și televizoare, de magnetofoane și mai ales de magnetofoane miniaturale (casetofoane) a atins proporții considerabile. Industria poligrafică înregistrează și ea ritmuri importante de creștere. În umbra invențiilor spectaculoase, industria poligrafică a înregistrat și ea progrese tehnice importante în ceea ce privește viteza de funcționare, calitatea reproducerilor, mai ales în culori și pe hîrtie de calitate modestă etc. Faptul că expresia „mass-media", creată recent, a devenit în cîțiva ani un termen folosit de toată lumea, nu este decît o formă de manifestare a procesului mai profund de creștere a importanței informației în viața individuală și socială. O altă formă de manifestare importantă a acestui fenomen profund este faptul că informația a devenit un obiect de discuții internaționale la nivel înalt. Cauza creșterii importanței informației ca bun de consum trebuie căutată în accentuarea caracterului social al vieții, prin industrializare și urbanizare.

Desigur că adaptarea sistemului tehnologic la nevoi sociale atît de diverse și a căror diversitate se accentuează este mereu mai dificilă, ceea ce presupune perfecționarea continuă a mijloacelor de reglare economică. Metodele capitaliste de reglare, bazate pe un mediu informațional monetar care este indirect și rezultat din relațiile de concurență, își dovedesc incapacitatea de a regla fluxurile macroeconomice, ceea ce impune intervenția pe multiple canale și prin diferite mijloace a statului în economie și face necesare, mai ales în ultimul timp, încercări de planificare a proceselor economice.

În socialism, reglarea economică are loc prin planificarea proceselor economice și tehnologice, planificarea constituind principalul mijloc de reglaj economic direct. Ea apelează însă pentru reglaje de detaliu la stimularea

iniţiativei oamenilor muncii, la mijloacele indirecte de reglaj, ca, de exemplu, sistemul monetar. Aceste mijloace indirecte se integrează în planificarea centrală. Adaptarea sistemului tehnologic la nevoile societăţii pune însă probleme mereu noi pe măsura creşterii cantitative şi calitative a sistemului tehnologic însuşi şi a schimbărilor în volumul şi structura nevoilor individuale şi sociale. Datorită modificărilor profunde pe care progresul tehnologic şi social le introduce în economie, perfecţionarea continuă a sistemului de planificare, ca mijloc de reglare a sistemului tehnologic în raport cu sistemul nevoilor, este o necesitate obiectivă.

Aceste nevoi de perfecţionare a reglării sistemului tehnologic la nevoile societăţii sînt accentuate de faptul că reglarea sistemului forţelor de producţie are loc în prezenţa unor conexiuni tot mai strînse, de natură comercială sau, mai mult decît atît, de natură direct tehnologică cu alte economii naţionale, cu economiile socialiste, cele ale ţărilor în curs de dezvoltare şi cele ale ţărilor capitaliste dezvoltate.

În ţara noastră, perfecţionarea sistemului de reglare a procesului de care ne ocupăm are loc în mod continuu, pe baza principiilor conţinute în documentele de partid.

Reglarea internă a sistemului tehnologic al societăţii rezultă din mersul adaptărilor la nevoile de ansamblu ale societăţii, dar în interacţiune cu logica sa proprie.

La un moment dat, sistemul tehnologic are o anumită structură dată în mod obiectiv de acumularea, sinteza şi materializarea informaţiei din trecut. Modificările care intervin trebuie să se integreze în acest sistem. Pentru aceasta ele trebuie să satisfacă anumite condiţii tehnologice şi economice. După cum am văzut, mărirea vitezei de aşchiere a unei maşini-unelte presupune (printre alţi factori) şi apariţia unui material tăietor nou, cu proprietăţi superioare. Aceasta este condiţia tehnologică. Costul acestui material nou şi, în general, costul total al măririi vitezei de tăiere nu trebuie să facă să crească costul pieselor prelucrate.

Relaţia fundamentală dintre criteriul tehnologic şi cel economic este redusă la expresia ei cea mai simplă şi, în mod inevitabil, simplificată. Complicarea intervine

în primul rînd în momentul în care constatăm că elementul nou al materialului de aşchiere din exemplul nostru nu ne revine în mod gratuit, ci este rezultatul unei activităţi de cercetare şi dezvoltare complexe care necesită cheltuieli, uneori considerabile, de un tip special şi, în al doilea rînd, datorită faptului că costul unui element nou al sistemului tehnologic are o evoluţie în timp, o evoluţie istorică am putea spune, care poate, în prima etapă, să fie crescătoare din cauza, de exemplu, a nevoii unor noi cercetări, a creării unor noi elemente conexe (de exemplu a unor materiale noi) sau poate să presupună reconceperea întregii maşini sau crearea unei maşini bazate pe principii totalmente noi. Apoi costul va tinde să scadă, datorită procesului de învăţare în utilizare, datorită rezolvării problemelor conexe etc.

Cu alte cuvinte, actele de progres tehnic, care duc la apariţia unor elemente noi ale sistemului tehnologic al societăţii, sînt acte de anticipaţie ceea ce le este specific într-un sens anumit, special. Căci, în ultimă analiză, orice act economic este un act anticipativ. Actele economice cele mai apropiate prin natura lor de cele de care ne ocupăm noi sînt acte de investiţie. Orice act de investiţie este *un act anticipativ*, bazat pe estimarea, pe de o parte, a unei nevoi viitoare, iar, pe de altă parte, a unor mijloace de realizare, de exemplu, posibilitatea de aprovizionare cu materii prime, materiale auxiliare etc.

Chiar în condiţiile economiei socialiste planificate, avînd în vedere că realizarea unui proiect de uzină poate dura cîţiva ani, calculele făcute în momentul întocmirii studiului tehnico-economic și al preţului pot să nu corespundă situaţiei noi, existente în momentul punerii în funcţiune a noii capacităţi de producţie. Situaţia nouă poate interveni datorită acţiunii unei multitudini de factori : materiile prime au căpătat între timp o altă destinaţie, mai rentabilă ori s-au epuizat, volumul lor poate să fi fost estimat greşit, beneficiarul poate să găsească produse mai bune în altă parte, o invenţie poate să fi redus sau chiar anulat utilitatea relativă a produsului întreprinderii noastre etc. Sîntem deci în prezenţa a ceea ce se numește în mod curent o eroare economică. Pentru asemenea erori există răspundere juridică şi economică. Numai că și

această răspundere trebuie precizată: decizia de investiţie concretizată în studiul tehnico-economic şi în proiect a fost o decizie anticipativă, o decizie în condiţii de informaţie incompletă, în condiţii de incertitudine. Despre viitor nu avem niciodată informaţii complete, chiar dacă construim o fabrică de pîine presupunînd că aceasta face parte din alimentaţia de bază şi că în mod aproape sigur capacitatea ei va fi solicitată. Factori de natură imprevizibilă pot interveni chiar şi în acest caz. Cu atît mai mult pot interveni asemenea factori, de natură mult mai diversă, în cazul unui proiect de investiţii destinat să fabrice produse pentru export. Evident că, excepţie făcînd cazurile de rea intenţie flagrantă, nimeni nu poate fi tras la răspundere juridică pentru neprevederea imprevizibilului. Răspunderea poate fi de natură economică. În capitalism, în cazul acţiunii puternice a unor factori adverşi, întreprinderea dă faliment. Şi in socialism, o întreprindere devenită inutilă poate fi închisă, măsură care în mod inevitabil devine o sancţiune economică pentru personalul ei.

Dar problema incertitudinii economice, rezultată din erorile de anticipare merită o insistenţă mai mare, întrucît cercetarea ei ne ajută să punem într-o lumină mai exactă şi incertitudinea tehnologică în cazul inovaţiei, deşi această incertitudine este de o natură întrucitva diferită de cea a investiţiei cu o tehnologie bine cunoscută. Problemele incertitudinii sînt deseori tratate cu mijloacele tehnice oferite de calculul probabilităţilor ale cărui idei de bază pornesc de la jocurile de noroc. În cazul acestora zarul sau banul odată căzute, situaţia este ireversibilă pentru partida dată. O eroare investiţională este arareori definitivă, după cum arareori situaţia prevăzută este de lungă durată. Numai arareori întreprinderile odată create sînt utilizate în tot timpul existenţei lor fizice în condiţiile în care ele au existat în momentul punerii lor în funcţiune. Cu toată rigiditatea sistemelor tehnologice particulare dată de natura maşinilor, clădirilor etc., de cele mai multe ori există o elasticitate de adaptare la condiţii noi, iar dacă ea nu există într-un proiect, o asemenea rezervă trebuie creată de la început. O uzină automată care nu poate produce decît un singur tip de produs este

din capul locului o eroare, oricît de ispititoare ar fi costurile reduse de fabricaţie pe care ea le asigură; bineînţeles dacă costul investiţiei nu poate fi recuperat într-un termen foarte scurt care să justifice asumarea unui asemenea risc, ceea ce, deocamdată, în cazul uzinelor automate nu pare a fi cazul.

Acţiunea economică şi tehnologică este cea care corectează continuu eroarea, adică deficitul de concordanţă dintre producţie şi nevoi. O ţesătorie poate ţese şi fibre naturale şi fibre sintetice; o uzină de tractoare poate face tractoare de diferite dimensiuni. O uzină poate lucra într-un schimb, în două sau în trei schimburi. Pot fi cucerite pieţe noi în locul celor pierdute. Produsele pot fi ameliorate cu unele modificări ale utilajului sau (şi) ale materiilor prime etc.

Cu alte cuvinte, jocul nu este niciodată pierdut definitiv, ci acţiunea economică şi tehnologică creează mereu noi condiţii adaptîndu-se la comenzile emise de sistemul de reglare economic. În general ea trebuie să vizeze ameliorarea continuă a organizării producţiei cu mijloacele existente, creşterea continuă a calificării cadrelor, modernizarea treptată a utilajelor prin modificări şi înlocuiri parţiale etc. Lupta contra incertitudinii este obiectul efortului principal al agenţilor economici şi se realizează pe cele mai diferite căi şi prin cele mai variate mijloace.

În cazul unui produs total nou rezultat din invenţie sau cercetare, incertitudinea economică este de alt ordin de mărime. Dacă la produsele clasice am deţinut informaţii (ce e drept probabilistice, cu grade de probabilitate diferite), aici s-ar putea ca informaţia noastră să fie extrem de redusă. S-ar putea ca cercetarea să producă un produs cu totul nou, despre care nu ştim dacă este util, dacă va fi util, pentru care nu există criterii de cost şi de beneficiu. Asemenea cazuri sînt relativ rare, de obicei cercetarea plasîndu-se pe tendinţe tehnologice şi economice relativ cunoscute (de exemplu, mărirea vitezei de care ne-am ocupat mai sus). Dar cazul extrem este util pentru analiza situaţiei.

Să presupunem că cercetarea a dus la apariţia unui compus chimic nou, necunoscut înainte. Nu cunoaştem decît modul în care a apărut (tehnologia de producere) şi eventual structura lui chimică (eventual, pentru că s-ar putea să nu cunoaştem exact această structură).

Necunoscînd utilitatea produsului (poate am urmărit altceva), am putea încheia aici cercetarea trecînd cheltuielile la capitolul pierderi inevitabile rezultînd din riscul cercetării. Viziunea tehnologică modernă bazată pe acțiunea mai puțin directă a comenzilor sistemului economic este alta. Ea va implica inițierea altor cercetări ; se vor investiga în primul rînd proprietățile fizice ale noului produs, acțiunea lui asupra altor compuși chimici în diverse condiții, acțiunea lui asupra organismelor vii, vegetale, animale și în ultimă analiză a celor umane etc.

S-ar putea ca în urma unor asemenea cercetări să se descopere utilitatea economică a noului produs. Dar s-ar putea ca o asemenea utilitate să fie creată prin acțiunea economică și tehnologică conjugată. S-ar putea să descoperim o acțiune a lui într-un sens a cărui utilitate abia urmează să o demonstrăm. În caz de reușită, răsplata este monopolul tehnologic asupra producției respective, ceea ce nu este puțin lucru.

Criteriile economice (costul, fondurile la dispoziție etc.) ne vor spune cît de departe vom putea merge în această direcție. La un moment dat s-ar putea să trebuiască să ne oprim. Descoperirea sau invenția noastră intră în stocul de informație tehnologică de rezervă, din care poate fi scoasă sau în care poate să rămînă definitiv.

Sistemul de reglare economică acționează contradictoriu asupra actelor de progres tehnic. El promite foarte mult celui care reușește și-l sancționează foarte sever pe cel care suferă un eșec. Acțiunea adversă a sistemului de reglare economică este, celelalte condiții fiind constante, cu atît mai severă cu cît nivelul general de dezvoltare a forțelor de producție este mai scăzut și, invers, cu atît mai favorabilă cu cît acesta este mai ridicat. În unele cazuri contează nu atît nivelul general de dezvoltare economică, cît mărimea absolută a potențialului economic care permite concentrarea unor fonduri mari în sectoare limitate. Din acest motiv, o țară ca India poate avea rezultate tehnice și științifice remarcabile în cele mai avansate domenii, deși nivelul general de dezvoltare economică este scăzut.

Țările dezvoltate cheltuiesc astăzi o parte considerabilă a venitului național pentru cercetare și dezvoltare

scontînd pe eficienţa prodigioasă a invenţiei care este cunoscută cel puţin din perioada revoluţiei industriale, fiind un lucru evident că creşterea economică prin industrializare are, ca una din resursele sale majore permanente, invenţia. Multe firme au dobîndit situaţii de monopol tocmai pentru că au cheltuit sume considerabile şi au perseverat timp îndelungat în căutarea unor sisteme tehnologice noi, încă din a doua jumătate a secolului al XIX-lea.

Relaxarea restricţiilor economice (restricţiile sînt o categorie de comenzi economice emanate de sistemul de reglare economică) duce aproape întotdeauna la apariţia de noi invenţii, unele de importanţă capitală. Este adevărat că în momentul relaxării restricţiilor, sistemul tehnologic al societăţii conţine deja un stoc de informaţie tehnologică şi ştiinţifică. Relaxarea restricţiilor este necesară, de obicei, nu atît pentru apariţia unor idei cît mai ales pentru încorporarea lor în sisteme materiale, ceea ce de obicei este mult mai costisitor. Astfel se explică de ce în trecut războaiele au stimulat invenţia şi pe inventatori. În prezent însă, cînd într-o parte a lumii s-a concentrat o avuţie suficientă pentru a destina o parte din venitul naţional special unei activităţi de cercetări de mare anvergură, războiul, ca mijloc de stimulare a generării informaţiei tehnologice noi, a devenit inutil. În condiţiile existenţei acestor posibilităţi de finanţare, se pot efectua cercetări de mari proporţii care nu vizează un scop practic imediat. Exemplul cel mai cunoscut sînt zborurile cosmice care vizează ca scop principal cunoaşterea corpurilor cereşti şi a spaţiului cosmic, care, evident, nu va avea efecte economice directe imediat. De pe acum însă efectele tehnologice derivate, cum sînt diferite realizări parţiale necesare pentru construirea navelor, a sistemelor de comandă şi de siguranţă etc., au putut fi utilizate în producţia de bunuri civile. Sateliţii artificiali au putut fi utilizaţi pentru transmiterea la mari distanţe a informaţiei[1], pentru investigaţii meteorologice etc.

[1]) Încă un exemplu care ilustrează resursele pe care societăţile contemporane sînt dispuse să le aloce pentru transmiterea informaţiei şi încă în scopuri de divertisment: transmiterea prin satelit şi televiziune a imaginilor de la mari competiţii sportive şi care demonstrează cît de mare este importanţa informaţiei şi ca bun de consum.

Informație, producție, consum, creștere

La informaţia încorporată în maşină în cadrul procesului economic pe scară socială se adaugă o cantitate mare şi crescîndă de informaţie necesară coordonării activităţii maşinilor şi coordonării activităţilor tuturor participanţilor la procesul economic. Este necesară o cantitate crescîndă de informaţie pentru adaptarea reciprocă a producţiei şi a consumului, precum şi pentru integrarea întregului sistem tehnologic al societăţii. Informaţia dobîndeşte astfel un loc central în procesul economic.

Activitățile în legătură cu producerea, prelucrarea, transmiterea, recepţionarea, stocarea şi regăsirea informației au devenit unul din sectoarele de bază ale economiilor moderne. Ele nu sînt grupate într-o ramură economică distinctă, sînt dispersate în diferite ramuri şi verigi organizatorice sau grupe statistice, astfel încît o comparare a numărului de oameni ocupaţi şi a volumului activităţii cu alte ramuri de activitate economică nu este posibilă. Pentru Statele Unite, Fritz Machlup a adunat şi a analizat o cantitate mare de date din care rezultă că numai învăţămîntul şi cercetarea formează împreună una din cele mai mari ramuri ale economiei americane[1]. Dacă la aceasta adăugăm activităţi ca radioul şi televiziunea, presa, fotografia, activitatea poligrafică în general, cinematografia, activitatea diferitelor organizaţii de calcul echipate cu calculatoare, activitatea de producere şi prelucrare a

[1] Fritz Machlup, *Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton, Princeton University Press, 1962.

informației în toate organizațiile economice și în institutele administrative, activitatea de poștă și telecomunicații, nu este dificil de susținut ideea că, chiar și din punct de vedere cantitativ, activitățile informaționale reprezintă unul din domeniile majore ale economiei și societății moderne.

Multe ramuri industriale produc mijloacele necesare pentru generarea, prelucrarea, transmiterea, stocarea și regăsirea informației; volumul producției acestora este important, în continuă și mai rapidă creștere decît al altor ramuri. Este vorba, în primul rînd, de producția de aparate de televiziune, de radio, de calculatoare, de mașini poligrafice, de aparate și mașini pentru înregistrarea, reproducerea și difuzarea informației imagistice (aparate de fotografiat, aparate de reprodus și mărit, cu puzderia lor de accesorii, aparate de filmat, camere de luat vederi pentru televiziune, stații de emisie pentru radio și televiziune, centrale și receptoare telefonice, aparatură telex, mașini de scris, mașini de copiat. Raportul lor față de informație este asemănător cu cel al mijloacelor de producție față de materia primă; ele sînt mijloace de producție informaționale. Faptul că multe mașini informaționale sînt utilizate în gospodăriile consumatorilor nu schimbă cu nimic acest caracter fundamental al lor. După cum am văzut, și unele mașini de prelucrare a substanței au pătruns în uzul domestic. Ceea ce este important este faptul că mașinile informaționale joacă un rol în continuă creștere în cadrul ansamblului mijloacelor de producție, iar producția lor crește într-un ritm mai rapid decît al celorlalte mijloace de producție. După cum se știe, în acest domeniu și progresul tehnic este mai accentuat decît în producția de mașini clasice.

Crește rapid și producția vastei game de substanțe și materiale chimice prin care se formează optic simbolurile purtătoare de informație (o mare gamă de cerneluri poligrafice, negre și în culori, substanțe pretențioase care trebuie să satisfacă condiții tehnice riguroase).

Nu trebuie uitate numeroasele unelte de scris manual care, în ciuda progresului din domeniul aparatelor și mașinilor de înregistrare a informației, rămîne o activitate cotidiană pentru un număr tot mai mare de oameni.

Astăzi analfabetismul a fost lichidat pe o mare parte a globului iar, pe măsura procesului de dezvoltare a noilor state independente, numărul de oameni care dobîndesc accesul la carte crește vertiginos. În țările în care mai există analfabetism, toate mișcările progresiste își propun, ca pe unul din țelurile politice fundamentale, lichidarea acestuia. Treptat, aproape întreaga populație a globului într-o creștere rapidă devine știutoare de carte. Odată cu aceasta crește, evident, în primul rînd cererea de unelte de scris manuale.

În acest domeniu s-au produs în ultimele decenii modificări, escamotate întrucîtva de progresele spectaculoase ale mașinilor informaționale de tot felul. Astfel s-au diversificat uneltele de scris și a crescut producția celor clasice. În multe țări în curs de dezvoltare s-a pus la cale o producție de masă de stilouri și creioane. A apărut stiloul cu bilă și creionul cu pastă care au dobîndit o mare popularitate. În scris a căpătat o pondere mai mare culoarea vie în variate nuanțe.

În general, activitățile informaționale au făcut să crească imens rolul culorii. Crește ponderea fotografiei și cinematografiei în culori, se răspîndește televiziunea în culori. Progrese importante s-au înregistrat în reproducerea pe scară de masă, la un cost redus, a imaginilor în culori. Capodoperele artei plastice au ajuns astfel la îndemîna unor mase mari de oameni, răspîndiți pe toată suprafața globului.

S-a progresat considerabil în înregistrarea și transmiterea informației sonore, printre altele s-a democratizat muzica cultă. Și aceasta, alături de muzica ușoară și populară, a ajuns să fie la îndemîna unor oameni cu venituri relativ scăzute. Discurile se produc în milioane de exemplare. Potrivit unor date, într-o țară dezvoltată cheltuielile pentru discurile cu muzică simfonică au depășit pe cele pentru vizionarea meciurilor la sportul național.

Foamea de instruire și de divertisment creează o cerere imensă de informații[1]. Uzura rapidă a informației științi-

[1] Cititorul își poate face o imagine asupra a ceea ce înseamnă informația în „consumul" modern, mai ales al țărilor dezvoltate, parcurgînd cartea lui A. Moles: *Sociodinamica culturii*, Editura științifică, București, 1974.

fice, tehnice şi profesionale în general sporeşte sensibil această cerere. În unele ţări dezvoltate numeroase posturi de televiziune s-au specializat în transmiterea acestui gen de informaţie.

Organizarea activităţilor economice din ce în ce mai complexe sporeşte şi ea într-o măsură considerabilă cererea de informaţie în toate procesele economice. Specializarea din ce în ce mai profundă care a luat proporţii internaţionale presupune o continuă comunicare între participanţii proceselor fracţionate în spaţiu, dar unitare din punctul de vedere al scopului final al producţiei. Comunicarea la distanţă între unităţi economice autonome încadrate într-un proces de producţie unitar necesită informaţie mai multă, mai precisă şi mai promptă. Organizarea marilor unităţi de producţie sau de desfacere sporeşte şi ea cererea de informaţie. Marile reţele de transport, terestre, navale şi aeriene, sînt dublate de reţele de telecomunicaţii.

Funcţionarea oricărei maşini cu un oarecare grad de complexitate este însoţită cel puţin de emiterea unor semnale care avertizează asupra modului ei de funcţionare. Orice vehicul este dotat cu sisteme de semnalizare a poziţiei. De la semnalizarea cu lămpi pînă la comunicaţiile radio, procesele de transport au loc în paralel cu o mare activitate de emitere, recepţionare şi prelucrare a informaţiei.

Conţinutul activităţii de administraţie constă în cea mai mare parte în operaţii informaţionale. Nuanţa peiorativă care se ataşează uneori noţiunii de birocraţie îşi are originea în excesele şi în deficienţele de funcţionare a administraţiilor de toate felurile care, la rîndul lor, se datoresc imperfecţiunilor umane, dar şi tehnice. O societate modernă nu poate funcţiona fără administraţie, fără „birocraţie". *Perfecţionarea* acestei activităţi, printre altele şi prin perfecţionarea mijloacelor tehnice ale acesteia, va reduce fără îndoială neajunsurile de care este vorba. Trebuie să avem în vedere faptul că pînă de curînd aceasta a fost o activitate pur „manuală", a cărei calitate depindea în mare măsură de calitatea indivizilor care o exercitau. Tehnicizarea ei va obliga personalul adminis-

trativ la un comportament mai raţional, impus de mijloacele tehnice.

În faţa acestui imens volum de activitate pe care îl reprezintă generarea, prelucrarea, transmiterea, recepţionarea, stocarea şi regăsirea informaţiei, două poziţii limită atrag atenţia. Pe de o parte, este cea a unor economişti care nu încetează să considere această activitate drept neproductivă, închizînd ochii la marile ei dimensiuni, la faptul că ea satisface o cerere în continuă creştere a unui număr mare de oameni, că ea ţine de esenţa tuturor proceselor economice şi formează obiectul direct sau indirect al activităţii unei mari părţi a economiei. În unele discuţii s-a ajuns pînă acolo încît să se considere drept productivă producţia suportului material al informaţiei, în timp ce producerea informaţiei, ca atare, să fie considerată neproductivă. Avînd în vedere, aşa cum am arătat în altă parte a lucrării, faptul că creşterea eficienţei tuturor activităţilor tehnice şi economice a depins şi depinde de cantitatea şi calitatea informaţiei încorporate în rezultatele activităţii, fragilitatea unor asemenea poziţii este evidentă. Neproductivă nu este decît informaţia inutilă, excedentară şi dacă vrem să ne exprimăm mai riguros, cea care depăşeşte volumul necesar funcţionării optime a sistemului economic şi social.

La polul opus se situează poziţia unor publicişti care văd în creşterea rapidă a nevoii de informaţie, în „explozia informaţională", un proces recent, rupt de evoluţia anterioară a economiei şi a tehnicii. Ei trec cu vederea faptul că această „fază informaţională" a progresului tehnic are rădăcini adînci în dezvoltarea tehnică, economică şi socială anterioară şi că ea încoronează o evoluţie lentă şi continuă care s-a accelerat datorită faptului că sistemul tehnologic al societăţii a ajuns la un grad de maturitate în care nevoia de informaţie a devenit prezentă la fel cum la un moment dat a devenit urgentă nevoia de materiale constructive de masă de o anumită calitate sau nevoia unei forme de energie artificială care poate fi uşor distribuită pe spaţii geografice largi cu un număr mare de puncte de consum.

Fără a intra în detalii istorice, putem admite ca larg ilustrată ideea că cele mai simple activităţi de dobîndire

a mijloacelor de subsistență exercitate în colectiv au fost însoțite de nevoia de comunicare, de generare și transmitere a informației care se realiza cu mijloacele la îndemînă atunci, prin viu grai, prin zgomote produse de instrumente sonore sau prin semnale luminoase. Desigur, în economia bazată pe agricultură, în gospodăria naturală această nevoie se situa pe un plan secundar, dar nevoia de informație „de consum" a fost mereu prezentă și ea se satisfăcea prin mijloace corespunzătoare fiecărei epoci de dezvoltare tehnologică. Apariția din cele mai vechi timpuri a scrisului corespunde acestei nevoi fundamentale a omului și perfecționarea lui a fost și este o preocupare continuă.

Din punctul de vedere al progresului tehnologiei informației, este în afară de orice îndoială faptul că apariția tiparului constituie o revoluție epocală din mai multe puncte de vedere. Pregătită prin întreaga evoluție a scrisului, informația lingvistică, care în vorbire este emisă în mod continuu pe porțiuni, este transformată într-un proces discret compus din semnale distincte, corespunzătoare unor sunete (mai precis foneme) grupate în cuvinte, propoziții etc., lucruri ce se observă cu greu în limbajul natural vorbit. Fonemelor, cuvintelor, propozițiilor etc. în tipar le corespund semnale mecanice (literele) care pot fi confecționate separat, permutate după nevoie și reutilizate în repetate rînduri. Această discretizare a limbii este, fără îndoială, efectul tiparului. Mecanicizarea limbii a permis apariția dicționarelor cu structură prin excelență mecanică. Tiparul a accentuat considerabil importanța gramaticii ca strădanie de a imprima limbii o structură mecanică. Limitele acestei tendințe, limitele gramaticii ca metalimbaj, au ieșit la iveală în zilele noastre cînd s-a constatat dificultatea construirii unei mașini de tradus dintr-o limbă naturală în alta din cauza imposibilității construirii unui limbaj natural pe bază de structuri logico-mecanice, cum sînt cele date de gramatica tradițională.

Dar, dincolo de aceste limite, mecanicizarea și discretizarea fluxului informațional purtat de limbajul oral au deschis toate drumurile către prelucrarea prin mașini a informației. Realizînd corespondența dintre literă și număr, dintre literă și literă, dintre cuvînt și cuvînt au permis codificarea artificială (există și coduri naturale care mult

timp nu au fost observate de oameni) care este o operaţie fundamentală pentru multe operaţii de prelucrare a informaţiei. Originea tuturor operaţiilor de software în prelucrarea informaţiei trebuie căutată în transformarea limbajului oral sau chiar a celui scris într-o succesiune de semne convenţionale, mecanic distincte unele de altele.

La aceasta se adaugă faptul că tiparul este începutul evoluţiei democratizante a informaţiei. Tiparniţa este primul instrument mecanic care a permis difuzarea pe scară largă şi cu un cost redus a unor informaţii care se generează uneori cu mari dificultăţi şi cu o muncă îndelungată. Evoluţia tiparului a urmat în primul rînd această linie de mărire a posibilităţii de a reproduce cu un cost din ce în ce mai redus o informaţie pe scară de masă. Combinarea principiului tiparului cu principiul rotativ a dus la posibilitatea de a mări viteza de imprimare la valori fantastice. Astăzi, milioane de copii dintr-un text se pot realiza în cîteva ore. Desigur, maşinile poligrafice moderne au absorbit prin combinare şi alte principii tehnologice, principii de comandă, principii de confecţionare a semnalelor, principii metalurgice pentru crearea aliajelor pentru turnarea literelor, principiul linotipului, principii de psihologie a vederii, precum şi o îndelungată muncă de natură artistică menită să creeze litere estetice şi funcţionale, principii de fabricare a hîrtiei, a cernelurilor etc., etc. În acelaşi timp, tiparul este şi prima formă de producţie în masă, de reproducere relativ exactă a unui număr mare de obiecte după un model confecţionat mintal şi material. Şi astăzi încă unele maşini de deformare plastică funcţionează după principii similare cu tehnologia tiparului[1].

Inventarea telegrafului, a telefonului, iar mai tîrziu a radioului şi a televiziunii, perfecţionarea continuă a acestor sisteme tehnice corespunde unor nevoi crescînde de organizare a unor sisteme economice de dimensiuni din ce în ce mai mari. Progresul industriei nu este posibil numai pe baza perfecţionării maşinilor productive, a celor care transformă în mod direct substanţa. Căci odată

[1] Cu privire la rolul tiparului în istoria culturii, vezi Marshall MacLuhan, *Galaxia Gutenberg*, Editura politică, Bucureşti, 1975.

cu mărirea dimensiunilor şi a diversităţii proceselor de producţie, asigurarea eficienţei acestora depinde — şi încă într-o măsură tot mai mare — nu numai de eficienţa elementelor sistemului, ci şi de eficienţa conexiunilor dintre ele. Aceste conexiuni se realizează prin informaţie economică, dar circulaţia acestei informaţii depinde de suporturile ei tehnice. În mod deosebit de acut se resimte nevoia unei circulaţii şi prelucrări rapide a informaţiei pe distanţe mari în economia socialistă planificată, unde agenţii economici trebuie să obţină în mod expeditiv informaţia privind sarcinile de plan, iar organele de planificare trebuie să fie la curent cu mersul îndeplinirii acestor sarcini, cu privire la schimbarea condiţiilor de producţie, de desfacere şi de aprovizionare etc. Bunul mers al economiei depinde în mod vital de generarea, circulaţia, stocarea, prelucrarea şi regăsirea informaţiei.

După cum se vede, creşterea economică depinde în mod organic de progresul mijloacelor tehnice informaţionale, în aceeaşi măsură în care ea a depins de perfecţionarea maşinilor-unelte, a motoarelor, a generării energiei electrice etc. Acest lucru merită subliniat cu toată tăria, deoarece în mod obişnuit progresele în domeniul tehnicii informaţiei se asociază cu activităţi extraeconomice şi extraproductive (de exemplu, cu activitatea militară sau cu activităţi culturale). Dar creşterea economică depinde nu numai de creşterea eficienţei elementelor sistemului, ci şi de îmbunătăţirea mijloacelor de integrare a sistemului. Iată de ce calculatoarele nu pot fi opuse telefonului sau tiparului. Ele nu sînt decît o încununare, la un moment dat a unui proces care a însoţit mai mult sau mai puţin continuu procesul de dezvoltare a industriei moderne şi care îl va însoţi şi în viitor.

SISTEMUL DE GENERARE ŞI MANIPULARE A INFORMAŢIEI

Pentru a fi încorporată în sistemele tehnice, informaţia lor interioară şi exterioară trebuie mai întîi generată. Societatea modernă, care utilizează o tehnologie cu un înalt grad de rafinament, are nevoie de un sistem special de

generare a informaţiei care face parte din diviziunea generală a muncii, se naşte din ea şi se dezvoltă în cadrul ei. De fapt acesta este un sistem foarte complex, constituit dintr-un număr de subsisteme care se interferează, deci care nu pot fi delimitate cu precizie, fiindcă activităţile respective se fac adeseori simultan, de către aceiaşi oameni sau prin contacte strînse între diferite grupuri de oameni, funcţiile lor suprapunîndu-se. Sistemul de generare a informaţiei tehnice s-a dezvoltat încet de-a lungul istoriei, dar a luat un mare avînt după revoluţia industrială ; în ultimele decenii el cunoaşte o amploare şi o complexitate dificil de analizat.

Timp de milenii omul a produs bunuri materiale în mod strict empiric, descoperirile şi invenţiile apărînd mai mult sau mai puţin întîmplător, transmiterea făcîndu-se prin contact direct, din generaţie în generaţie. Asemănarea inovaţiei tehnice vechi cu inovaţia folclorică este izbitoare : caracterul sporadic, cel anonim, transmiterea orală sau prin demonstraţie nemijlocită sînt comune atît folclorului cît şi inovaţiei tehnice vechi. Dealtfel, ele se şi interferează în sens strict întrucît o mare parte din tehnica rurală a evului mediu, de pildă, o tehnică a lemnului, cade sub incidenţa studiilor folcloristice, avînd adeseori, pe lîngă caracterul utilitar, şi un caracter estetic.

Desigur, încă în antichitate au existat inventatori şi oameni de ştiinţă care s-au preocupat de imaginarea unor sisteme mecanice, uneori foarte ingenioase. Dar, după cum arată istoricii, ruptura dintre activitatea materială şi cea spirituală, determinată de nivelul scăzut de dezvoltare a forţelor de producţie, precum şi de prăpastia adîncă între clasele societăţii sclavagiste, a constituit o barieră de netrecut între descoperire şi invenţie, pe de o parte, şi producţia de bunuri materiale, pe de altă parte. Nu existau canale de comunicaţie a informaţiei între producţia spirituală şi cea materială. Astfel, nivelul înalt de dezvoltare a ştiinţei în Grecia antică nu a avut aproape nici o consecinţă imediată asupra producţiei materiale. Cuceririle ştiinţei antice au putut fi valorificate productiv abia în epoci mult mai tîrzii.

Situaţia nu era fundamental deosebită nici în evul mediu. Totuşi, conştiinţa valorii sociale a informaţiei teh-

nice a apărut tocmai în această perioadă, deşi transmiterea ei continua să se efectueze prin contacte directe. Cu toate acestea, acumularea empirică a cunoştinţelor şi posibilităţile de încorporare a informaţiei acumulate şi de transformare a acesteia s-au făcut simţite încît grupurile sociale deţinătoare ale acestei informaţii au început s-o monopolizeze şi să păzească cu străşnicie acest monopol. Sistemul breslelor este bine cunoscut pentru gelozia cu care exercita monopolul asupra cunoştinţelor profesionale. Din punct de vedere strict tehnic, acest lucru era posibil întrucît nu exista încă un mijloc material de difuzare în masă a informaţiei. Apariţia tiparului în secolul al XV-lea subminează din punct de vedere *tehnic* acest monopol, în timp ce, după cum ştim, germenii capitalismului care evoluau în sînul orînduirii feudale duceau la descompunerea şi în cele din urmă la năruirea sistemului breslelor.

Renaşterea a avut, printre altele, drept urmare încercări de sistematizare a cunoştinţelor profesionale din diferite domenii. În secolele XIV, XV, XVI apar tot mai multe tratate tehnice. Ilustrativ pentru această perioadă este marele tratat *De re metallica* a lui *Agricola*, în care erau sintetizate o mare parte a cunoştinţelor tehnologice ale perioadei Renaşterii.

Leonardo da Vinci, geniu multilateral, poate fi considerat figura reprezentativă pentru conştiinţa, care se năştea cu greu, a nevoii de activitate deliberată în vederea modificării tehnicii existente şi a sporirii eficienţei ei fizice. Deşi opera tehnică a lui Leonardo era prematură, în sensul că nu reuşeşte să găsească încă un ecou în rîndurile celor care hotărau soarta producţiei materiale, el poate fi socotit ca ctitor al meseriei inginereşti din epoca revoluţiei industriale.

Nu este intenţia noastră de a face aici istorie ; pentru aceasta îi invităm pe cititori să consulte lucrările de specialitate. Menţionăm însă nume ca cel al lui Galileo Galilei, care a pus bazele unor *ştiinţe* despre modul de a plămădi materia, ale unor ştiinţe inginereşti cum este, de pildă, rezistenţa materialelor, care se va desprinde mai tîrziu de fizică.

Ceea ce trebuie subliniat însă în mod special din punctul de vedere care ne preocupă aici este că, din această pre-

istorie presărată cu nume celebre, în secolul al XIX-lea se naşte şi se dezvoltă ca o avalanşă sistemul propriu-zis de generare a informaţiei. Apare *profesia inginerului*, mai întîi în mod spontan, ca o activitate desprinsă din manipularea materiei şi fertilizată cu cunoştinţe ştiinţifice acumulate mai mult sau mai puţin întîmplător, prin autodidacticism. Secolul al XIX-lea este martorul apariţiei unor şcoli superioare speciale pentru pregătirea inginerilor. În ţările cuprinse de iureşul revoluţiei industriale, apar una după alta şcoli politehnice care dobîndesc în curînd un mare renume. Se naşte conştiinţa dependenţei tehnicii de ştiinţă, precum şi fenomenul invers — influenţa fertilizatoare a tehnicii asupra unor ramuri ale ştiinţei. Dealtfel şi ştiinţa din această epocă cercetează fenomene nemijlocit senzorial perceptibile, raţionamentul abstract succedîndu-se în contact imediat, verificabil prin experimente simple, cu realitatea materială. Totuşi, tot mai mult se simte utilitatea raţionamentului din ce în ce mai abstract, din ce în ce mai puţin verificabil senzorial prin experimente simple. Matematica joacă un rol din ce în ce mai mare, ajungînd în zilele mai apropiate de noi să se desprindă de calculul numeric care, datorită practicării multimilenare a aritmeticii, menţine încă ideea că manipularea numerelor este rostul exclusiv al matematicii. Inginerii apelează tot mai mult la matematică, sînt tot mai mult dependenţi de raţionamentul, şi el evoluînd spre abstract, al matematicii.

Însuşi sensul activităţii inginereşti se îmbogăţeşte. Repede s-a constatat că nu este suficient să te pricepi să manipulezi materia, chiar şi pe baze raţionale şi ştiinţifice, ci trebuie, în condiţiile unei tehnologii din ce în ce mai complexe, să imaginezi sistemele înainte de a le realiza în structuri materiale. Activitatea de proiectare se afirmă ca o activitate inginerească distinctă şi desprinsă de producţia propriu-zisă. Inginerul proiectant nu mai este un manipulant de materie, el creează pe hîrtie, la fel ca şi filozoful şi scriitorul.

Apare şi se dezvoltă o tehnologie proprie a proiectării pusă în evidenţă de obiecte ca planşeta, tuşul, hîrtia de calc, creioanele bine ascuţite şi peniţele de diferite forme. Apare o producţie de serie de asemenea obiecte. Treptat

apar compendiile inginereşti în care informaţia tehnologică este prezentată succint şi sistematizat.

În cadrul activităţii de proiectare se produce o subtilă diviziune a muncii. Se constată că capacitatea de concepţie este prea preţioasă pentru ca inginerul proiectant să-şi irosească timpul executînd desenele şi copiindu-le. I se dau ajutoare cu diferite grade de pregătire, gata să-l scutească de activităţile mai simple, cum ar fi desenul, executarea unor calcule etc. Lui îi revine doar sarcina de a concepe sistemul tehnic, de a executa calculele şi de a creiona primele schiţe.

Dar informaţia generată în institutele de proiectare creşte continuu. Se creează mereu noi mijloace tehnice de manipulare a acesteia. Se imaginează mijloace de copiere fotochimică a desenelor. Maşini de calculat îl scutesc treptat pe inginerul proiectant de calcule obositoare. Maşinile concepute în institutele de proiectare conţin tot mai multe piese, în ciuda principiului simplificării, iar imaginarea şi transpunerea pe hîrtie a acestora nu s-ar putea face în ritmul necesar dacă munca de proiectare nu ar fi continuu raţionalizată şi ajutată de diferite mijloace tehnice.

Apar şi se dezvoltă edituri specializate în editarea de cărţi şi reviste tehnice. Datorită numărului mare de beneficiari, ele devin rentabile.

Proiectarea devine omniprezentă în industrie. Nu mai există fabrică fără ingineri proiectanţi şi fără atributele lor : planşeta, hîrtia de calc, tuşul etc. Compasul devine o emblemă a muncii industriale, utilizată ca simbol pe afişe.

Prezenţa proiectării ajunge să fie atît de firească încît literatura de astăzi consacrată progresului tehnic, total absorbită de analiza legăturii dintre cercetare şi producţie, de-abia dacă o mai menţionează.

Raţionalizarea profundă a activităţii de proiectare permite conducerea tot mai precisă a acesteia. Atelierele de proiectare adoptă tot mai mult principiile producţiei industriale, desigur nu fără a-şi menţine anumite particularităţi.

Standardizarea este consecinţa logică a raţionalizării proiectării. În condiţiile producţiei de serie şi de masă, devine tot mai puţin raţional să se proiecteze de fiecare dată toate elementele unei maşini. Se constată că tot mai multe

organe sînt comune tuturor sau multora dintre mașini și că este mai eficient să se ia aceste organe de-a gata, proiectate și calculate pe baza unor dimensiuni unice, stabilite printr-un consens social. Procesul are loc în interacțiune cu specializarea tot mai profundă a producției materiale. Uzine specializate fabrică în masă elemente de asamblare, cum sînt șuruburile, niturile, splinturile. Dar pentru a lărgi piața pentru aceste produse fabricate în masă, este nevoie ca toți producătorii de mașini să solicite aceste organe într-o gamă limitată de dimensiuni acceptate de toată lumea. Intervin organizațiile profesionale și economice capitaliste pentru a găsi soluții adecvate întrucît interesul pentru standardizare este general, în ciuda concurenței generale. Standardizarea se instituționalizează, primește în multe țări girul statului capitalist ca exponent al intereselor generale ale clasei capitaliste, dar reflectînd și cerințele profesiei care contribuie în mare măsură la maximizarea profitului, cea a inginerilor. Existența pe piață a unor produse standardizate economisește enorm munca de proiectare, desigur cu prețul îngrădirii parțiale a libertății de creație a inginerilor proiectanți. Standardizarea cuprinde și procesele chimice: se reglementează producția unor substanțe de uz general care trebuie să satisfacă anumite condiții de puritate și altele. Treptat ea se extinde asupra tuturor proceselor de producție.

Standardizarea este astfel o resursă generală de ridicare a eficienței. De aceea, în socialism, ea este reluată pe o treaptă mai înaltă.

Spre deosebire de artist, inginerul nu poate crea orice forme dorește. El este îngrădit de mai multe restricții, dintre care unele neinstituționalizate, rezultînd din cunoștințele cu care operează, iar altele, instituționalizate, rezultînd din standarde și din legi.

În felul acesta, activitatea de proiectare devine comutatorul central al canalelor de informație care circulă între știința concepută ca necesitate de descoperire a proprietăților lumii înconjurătoare și de sistematizare a acestor cunoștințe și activitatea de structurare artificială a materiei în producția industrială.

Între timp are loc și un proces de apropiere între știință și producție. Inginerii erau de la început dependenți de

știință, bazele unor științe intrînd în pregătirea lor profesională. Dar sfîrșitul secolului al XIX-lea este martorul apariției unui fenomen care abia după cel de-al doilea război mondial a luat o răspîndire generală : laboratorul științific industrial, în care lucrează nu ingineri ce urmează să creeze în mod direct imaginea viitoarelor sisteme tehnice, ci oameni care abia urmează să descopere noi fenomene ale naturii. Toate acestea urmează să fie prelucrate în vederea utilizării lor în sistemele tehnice.

Sursele de informație care se încorporează în cele din urmă în produsele materiale sînt variate. Știința s-a divizat în diferite activități. Logicianul și matematicianul „abstract" nu se interesează în mod direct de procesele din fabrici. Ei creează structuri imaginare a căror utilitate industrială trebuie s-o descopere alții. Între știința abstractă și materializarea în producție, informația parcurge diferite trepte intermediare, fiind recodificată de la treaptă la treaptă. Codul în care ea este încorporată în materie este cel al proiectării. Acest cod este strict standardizat.

Nu terbuie să ne imaginăm fluxul de informații dintre știința „fundamentală" și producție ca pe un flux rectiliniu întrerupt doar de procesele de codificare și decodificare, ca pe un flux tehnologic industrial. Există întoarceri, mișcări în zigzag, ramificații, „ricoșeuri", transferuri de la o ramură a științei la alta și din nou reveniri. Deși știința și-a elaborat de-a lungul veacurilor propriile ei standarde, acestea sînt acceptate tacit, prin autoritatea eficienței intelectuale. Există o instituționalizare prin autoritatea neformală, dar care nu este sancționată prin nici un act normativ legal. Știința, pur și simplu, nu este un imens institut de proiectare și, în ciuda faptului că ea a contribuit la crearea raționalității, imprevizibilul deține o pondere importantă în evoluția ei. Fluxurile de informație între știință și producție nu pot și nu trebuie raționalizate excesiv pentru a nu se frîna progresul științei.

O altă sursă primordială a informației incorporate în producție, mai veche, mai directă, în sensul că urmărește imediat materializarea în producție, este invenția, care, în mare parte, constă în combinarea și recombinarea unor cunoștințe în special tehnologice, dar și de altă natură, în vederea creării unor sisteme materiale noi. Invenția este

instituţionalizată sau neinstituţionalizată. Studii de istoria recentă a tehnicii arată că o mare parte a invenţiilor majore apar sau cel puţin sînt iniţiate în afara instituţiilor de tipul institutelor şi laboratoarelor de cercetare. Chiar şi astăzi o mare parte a invenţiilor majore sînt create de indivizi neîncadraţi în instituţii de gradul pomenit mai sus.

Dar, înainte de a se materializa în produse, invenţia trebuie şi ea să treacă prin codul proiectării. Desigur, cea mai mare parte a inventatorilor cunosc acest cod şi-şi formulează ideile direct în sistemul de simboluri al acestuia. Totuşi, de cele mai multe ori, invenţia trebuie finisată de ingineri proiectanţi specializaţi. Acest lucru se face în instituţiile de proiectare.

Această nevoie de trecere a invenţiilor prin faza de proiectare, în care informaţia este completată pînă la punctul de detaliere necesar încorporării în producţie, a şters limitele dintre invenţie şi proiectare şi tinde să prezinte în mod exagerat rolul institutelor de proiectare în promovarea progresului tehnic. Un cititor neavizat al unor cărţi despre tehnica modernă ar putea rămîne cu ideea greşită că lumea s-a umplut de milioane de genii sau cel puţin de mari talente tehnice, cînd de fapt invenţiile importante sînt create de un număr relativ redus de indivizi. Finalizarea invenţiilor necesită însă un mare volum de muncă de proiectare, ceea ce în statistică se traduce prin marele număr de specialişti care sînt trecuţi la rubrica de cercetători, oameni de ştiinţă sau inventatori.

Avem deci două surse primare fundamentale de informaţie încorporabilă în produse — ştiinţa şi invenţia, ambele trimiţîndu-şi informaţia prin diferite canale către proiectare care o modifică în forma finală pe care oamenii o înţeleg şi materia o asimilează. Lucrurile ar fi simple dacă ar exista numai cele două surse în fluxurile lor. Dar circulaţia informaţiei traductibile în materie este încă mult mai complicată şi absoarbe un număr mult mai mare de oameni decît cei pe care i-am amintit pînă aici.

Tehnologia socială este un sistem unitar în ciuda imensei varietăţi de activităţi pe care o cuprinde, a profundei specializări, divizări şi fărîmiţări a acestor activităţi, a principiilor variate aplicate, sau tocmai graţie acestei

varietăţi. Unitatea sistemului, rezultînd şi din complementaritatea elementelor sale, este asigurată pe diferite căi. Aici ne vom opri doar asupra căilor pur informaţionale, a unor canale pur simbolice, spre deosebire de canalele economice de exemplu, care nu sînt pur informaţionale, ele îndeplinind şi alte funcţii.

Toţi participanţii la tehnologia socială trebuie să deţină informaţii unii despre alţii. Inginerul, tehnicianul, muncitorul mecanic trebuie să deţină informaţii despre ceea ce face chimistul, matematicianul, electronistul, precum şi semnele principale ale codului celorlalte meserii şi specialităţi. Căci producătorul de maşini trebuie să-şi ocrotească maşinile, expuse la diverse medii agresive, să şi le echipeze cu sisteme de comandă electronice, să cunoască noile metode de calcul etc. Fie şi numai pentru acest motiv, informaţia trebuie să circule între specialităţi, între meserii.

Într-un cadru mai îngust, fiecare specialist trebuie să fie informat asupra a ceea ce se întîmplă în meseria lui în uzina nouă, în celelalte uzine similare din ţară şi din lume.

Toate acestea creează nevoia unei vaste reţele de canale de comunicaţii, care sînt asigurate prin revistele de specialitate, de profil mai larg sau mai îngust, de la reviste de informare generală şi pînă la publicaţii de profundă specialitate. În tehnică însă, după cum arată cunoscătorii problemei, mai importante decît informaţiile din publicaţii sînt cele culese prin contacte umane nemijlocite, mai ales cele realizate chiar la locurile de producţie. De aceea, participările la congrese şi conferinţe naţionale şi internaţionale sînt de o mare importanţă pentru difuzarea informaţiilor tehnice. Şi mai importantă apare vizitarea altor uzine, institute de proiectare şi laboratoare de cercetări.

Purtători de informaţii de mare eficienţă sînt produsele materiale ca atare. Analizînd o maşină, un specialist poate recodifica şi interpreta informaţia cuprinsă în ea. El vede nu obiectul material ca atare, ci vectorul unor proprietăţi ale ei, traduse în cifre şi în noţiuni mai mult sau mai puţin abstracte. Alături de maşină, specialistul vede o coală de hîrtie imaginară pe care se imprimă treptat informaţia cuprinsă în produs. O parte din ea este înscrisă în sens

literal pe diferite tăbliţe şi indicatoare, precum şi în documentaţia care o însoţeşte. Obişnuinţa noastră şi tradiţia informaţională a tehnicii este de aşa natură încît pentru a „vedea" bine un produs avem nevoie imperioasă de o informaţie codificată într-un anumit fel, de scheme, desene în secţiune etc. Pînă şi consumatorul s-a obişnuit cu acest mod de a privi lucrurile şi, de multe ori, înainte de a cumpăra o maşină, un automobil sau un televizor, consultă prospectele, iar dacă este mai avizat, cere o documentaţie tehnică aproape profesională. Reclama contribuie şi ea la acest mod de a privi produsele.

Încă nu îndeajuns de apreciată este importanţa multivalentă a ceea ce se numeşte propaganda tehnică, adică canalele care poartă informaţia într-un cod simplificat, accesibil unui număr mare de „consumatori". Această informaţie joacă un rol social specific într-o societate tehnologică modernă. Ea ţine mereu trează sensibilitatea faţă de problemele tehnicii şi ale producţiei unor mase mari de oameni, indiferent de profesie. Ea ţine mereu vie atenţia faţă de problemele tehnice, întreţinînd disponibilităţile spirituale necesare pentru practicarea ei într-un mod adecvat. Oamenii de toate profesiile sînt informaţi asupra complexităţii muncii creatoare în tehnică; tinerii sînt orientaţi în alegerea profesiilor. Pe filozof îl îndeamnă să caute mereu sensurile profunde ale activităţii tehnice. Pe omul de ştiinţă îl împinge să-şi orienteze cercetările spre probleme într-un fel sau altul legate de practica tehnologică. Pe tînăr îl informează asupra posibilităţilor de a-şi alege o profesie. Gospodina înţelege modul de funcţionare a mulţimii tot mai mari de aparate pe care le are în casă. Toată lumea este avertizată asupra primejdiilor pe care le implică folosirea sistemelor tehnologice moderne, ca şi asupra avantajelor imense pe care le aduc. Propaganda tehnică, publicaţiile de popularizare întreţin o stare de spirit filotehnică şi îngrădesc efectele înclinaţiilor antitehnice şi de luddism tardiv. Specialişti sînt informaţi în termeni vagi asupra evenimentelor recente din zone îndepărtate ale sistemului tehnologic asupra cărora nu trebuie să aibă informaţii experte.

În general, propaganda întreţine acea comunitate afectivă dintre om şi obiectele tehnice necesară pentru pro-

gresul acestora. În mod mediat, propaganda tehnică este un mijloc de întreţinere şi de sporire a eficienţei economice. Într-o societate orientată industrial şi tehnologic, propaganda tehnică este la fel de necesară ca şi institutele de proiectare.

Rezumînd, trebuie să constatăm că treptat, generarea, transmiterea, recepţionarea şi stocarea informaţiei au devenit activităţi tehnice şi economice majore. Aceste activităţi au ajuns să ocupe astăzi milioane de oameni şi sume imense sînt cheltuite pentru ele, obţinîndu-se şi efecte corespunzătoare. Conştiinţa volumului şi varietăţii acestei activităţi ne permite să interpretăm progresul tehnic, dezvoltarea întregului sistem al forţelor de producţie ca pe un proces de încorporare a informaţiei în sisteme materiale. Aceasta explică şi faptul că unele materiale au cunoscut o utilizare atît de largă în tehnică.

METALUL CA ABSORBANT DE INFORMAŢIE

Revoluţia produsă prin inventarea unei metode ieftine de producere a oţelului, procedeul Bessemer în 1856, a desăvîrşit o îndelungată evoluţie care a ridicat fierul la rangul de material principal al industriei maşiniste. De fapt, fierul este acel material care permite industrializarea în masă, producţia pe scară de masă a maşinilor şi, împreună cu cimentul, a clădirilor.

Cu riscul de a enunţa lucruri arhicunoscute, merită să recapitulăm principalele proprietăţi tehnico-economice ale fierului. El este un material dur, elastic, ductibil, maleabil, arbitrar divizibil, ieftin. Privite la un loc, aceste proprietăţi ne permit să ne dăm seama că această îmbinare unică dă dimensiunile marii revoluţii în domeniul materialelor constructive. Putem spune că toate aceste calităţi se sintetizează în imensa cantitate de informaţie care poate fi încorporată în acest material, prin mijloace din ce în ce mai variate. Lemnul, materialul constructiv din epoca precapitalistă, are o structură dată de legile biologice. Această structură intimă nu putea fi modificată decît în cadrul unor restricţii foarte înguste. Înseşi dimensiunile

mașinii erau determinate de mărimea organismului vegetal. Singurul mod de prelucrare era cel prin distrugere, deformările plastice fiind posibile numai în limite foarte înguste, prin îndoire. Lemnul nu poate fi turnat. El nu rezistă la foc și ca atare nu poate suporta o concentrație mare de energie calorică. Rezistențele lui mecanice sînt mici și insuficiente pentru solicitările la care sînt supuse materialele și mașinile moderne.

Combinația favorabilă a însușirilor fierului are drept bază pentru folosirea lui pe scară de masă marea lui ieftinătate. Zăcămintele cunoscute de minereu de fier au fost în tot timpul care a trecut de la revoluția industrială foarte mari, iar în perioada de după cel de-al doilea război mondial ele au crescut considerabil, astfel încît rezervele cunoscute ajung pentru un timp destul de îndelungat. La aceasta se adaugă faptul că fierul uzat poate fi reutilizat în mod avantajos din punct de vedere economic.

Pe acest fond al ieftinătății, combinația de însușiri este cu atît mai fericită. *Informația poate fi încorporată în fier* prin cele mai diverse moduri de prelucrare : prin aliere se pot obține materiale cu cele mai felurite însușiri. Dar atît fonta cît și oțelul pot fi obținute datorită unei mari varietăți de tehnici de aliere într-un număr imens de variante, astfel încît cele mai diverse proprietăți pot fi imprimate materialului în forma sa brută. Este deci reglabilă morfologia sa internă formată din structura fizică și chimică, microscopică, încă înainte de a se trece la crearea formelor macroscopice, ceea ce în cazul lemnului nu este cu putință.

După această fază, metalele feroase — cum s-a ajuns să li se spună diferitelor aliaje ale fierului — pot fi supuse unor noi game variate de prelucrări și de moduri de introducere a informației. Toate acestea pot fi grupate în două mari categorii : deformarea plastică și deformarea destructivă, fiecare dintre ele luînd la rîndul ei o mare bogăție de forme. Deformările acestea pot fi pe de o parte radicale, iar pe de altă parte se pot executa cu o extremă precizie. Însăși precizia deformărilor este reglabilă în limite extrem de largi. Avantajele sînt de două feluri : pe de o parte putem ajunge, prin prelucrări succesive, practic, la orice precizie dorită, iar pe de altă parte avem posibilitatea de a rămîne la precizia de care avem nevoie, astfel încît

putem evita risipa de eforturi, putînd aplica principiul optimului şi astfel, în fiecare caz, putem să ne mulţumim cu precizia necesară.

Deformarea plastică îmbracă numeroase forme apelînd la diverse procese tehnologice : turnarea care ne conferă o libertate aproape absolută în ceea ce priveşte realizarea formelor dorite; laminarea care permite crearea unor structuri „lungi" imprimînd totodată calităţi mecanice superioare materialului şi care, fiind un proces omogen şi continuu, poate fi realizată cu ajutorul principiului rotirii, ceea ce permite la rîndul său o mare reglabilitate ajungîndu-se pînă la automatizarea completă a procesului; forjarea, presarea, matriţarea, ambutisarea, extrudarea etc. care permit realizarea unor forme de dimensiuni mai mici, mai ales prin exercitarea unei presiuni puternice asupra materialului.

Deformarea plastică are însă dezavantajul general că nu poate fi realizată cu suficientă precizie. De aceea ea este completată prin prelucrarea destructivă, care se realizează şi ea printr-o mare varietate de procedee constînd în special în rotirea materialului în dreptul unei unelte tăietoare sau abrazive, sau, invers, în aplicarea uneltei rotative la piesa fixă. Principiul de bază este strunjitul. Strungul este şi cea mai veche maşină-unealtă. Din strung au derivat toate celelalte maşini-unelte aşchietoare: freza, maşinile de rectificat, de găurit etc. Dimensiunile, vitezele, reglabilitatea tuturor acestor maşini se situează la un nivel înalt.

E drept că în procesele destructive o parte din material este sacrificat în favoarea informaţiei care urmează să fie încorporată în produs, dar el nu se pierde în întregime. Aşchiile pot fi reintroduse în procesul metalurgic.

Datorită marilor sale proprietăţi de rezistenţă mecanică şi termică, din fier se pot obţine produse de dimensiuni care variază în limite extrem de mari şi care continuă să se extindă de la dimensiuni care nu pot fi perceptibile cu ochiul liber pînă la dimensiuni kilometrice (podurile).

Desigur, aceste moduri de prelucrare fundamentale nu sînt suficiente pentru a se obţine produse finite. În absenţa unor restricţii, idealul ar fi obţinerea produselor finite prin turnare. Din numeroase motive acest lucru nu poate fi rea-

lizat decît la unele produse simple. În primul rînd, orice mașină constă din organe mobile. În al doilea rînd, date fiind diferențele de cost între diferitele aliaje ale fierului, aproximarea optimului se obține prin utilizarea unei mari varietăți de asemenea aliaje la un singur produs. În al treilea rînd, construcțiile complicate nu pot fi perfect rigide. În al patrulea rînd, dimensiunile cele mai potrivite diferitelor funcțiuni se obțin prin procese de prelucrare diferite. De exemplu, prin turnare nu se pot obține structuri și groase și subțiri.

De aceea, unul din procedeele mari de realizare a formei dorite în prelucrarea metalului este îmbinarea. Există o întreagă tehnologie de realizare a îmbinărilor mecanice și o gamă de organe de îmbinare imaginată în mod special în acest scop. Ele sînt organele cele mai simple ale construcției de mașini și orice manual de asemenea organe începe prin prezentarea și analiza organelor de îmbinare. Șurubul a fost și este încă, deși în măsură descrescîndă, organul de îmbinare demontabilă cel mai răspîndit.

Îmbinările nedemontabile se realizează fie prin organe speciale cum sînt niturile, fie prin sudură sau, mai ales în ultima vreme, în urma marelui progres al adezivilor, prin lipire.

Informația încorporată și canalele de introducere a acesteia în metale, din care am încercat să sugerăm doar cîteva din fragmentele care ni s-au părut cele mai semnificative, este imensă : ea este stocată în mari biblioteci tehnice și generale, prelucrată și completată continuu de numeroase institute de cercetări. Numai însușirea elementelor sale de bază pentru cîte o specialitate a industriei de prelucrare a metalelor consumă 4—6 ani din viața celor care doresc să se consacre îndeletnicirii de generare și introducere a informației în metale, mai simplu spus, studenților în inginerie.

Cantitatea de informație care poate fi încorporată în fier este atît de mare și crește continuu într-un asemenea ritm, încît nimeni nu o poate cuprinde de unul singur. Mai mult decît atît, sînt sute de specialități de inginerie metalurgică și mecanică care acoperă informația necesară pentru elaborarea și prelucrarea metalelor feroase.

Această informaţie s-a acumulat de-a lungul mileniilor, suferind uneori transformări revoluţionare. Ea s-a contopit cu o cantitate mare de informaţie ştiinţifică, matematică, fizică, chimică şi o mare cantitate de informaţie dobîndită empiric care apoi a fost ordonată şi fertilizată ştiinţific. A fost preluată şi transplantată în prelucrarea metalelor experienţa tehnologică dobîndită şi acumulată cu prilejul prelucrării materialelor într-un fel sau altul anterioare fierului, piatra, bronzul şi, îndeosebi, lemnul. Istoria prelucrării lemnului a fost o istorie a prelucrării destructive. Deşi structura microscopică a lemnului, care este o structură biologică, diferă fundamental de cea a fierului, o serie de asemănări macroscopice au permis să se preia din prelucrarea lemnului un număr mare de procedee. Principiile maşinilor-unelte moderne provin din cele utilizate la prelucrarea lemnului. Chiar şi denumirile unor maşini arată filiaţia de principiu cu prelucrarea lemnului. Astfel, de exemplu, etimologic, raboteza înseamnă maşină de rindeluit.

Pe de altă parte, o imensă cantitate de informaţie a fost dobîndită prin experienţa acumulată laborios în îndelungata epocă preindustrială, în care fierul era produs şi prelucrat în cantităţi mici. Însuşi aliajul principal al fierului, oţelul, a fost decoperit cu mult înaintea revoluţiei industriale. Unele principii mecanice, în special cele de dirijare a mişcării, cum sînt roţile dinţate şi angrenajele lor, au o istorie multiseculară şi sînt unul din exemplele în care un principiu mecanic elaborat pe bază de lemn a devenit unul din principiile fundamentale ale maşinilor din fier şi oţel[1].

Dintre ramurile ştiinţei care au contribuit la progresul tehnicii de prelucrare a metalelor trebuie citată, în primul rînd, fizica. Este evident că fizica a jucat în această privinţă un rol atît de mare încît menţionarea ei în acest context este o banalitate. Dar din punctul nostru de vedere, acela al încorporării informaţiei în substanţa metalică şi, în special, din cel al înlocuirii unei părţi din substanţă prin

[1] O excelentă analiză a evoluţiei istorice a principiilor mecanice se găseşte în lucrarea lui A. P. Usher: *A History of Mechanical Inventions*, Harvard University Press, 1954.

informaţie — un îndelungat proces istoric — trebuie relevată în primul rînd ştiinţa rezistenţei materialelor. Cunoaşterea rezistenţei materialelor, stabilind cu precizie tot mai mare restricţiile impuse folosirii materialelor, a mărit considerabil libertatea proiectantului şi a inventatorului în crearea configuratelor pe care le imaginau. „O comparaţie între arcurile romane şi cele din vremurile noastre ne arată că în prezent se construiesc structuri mult mai uşoare. Romanii nu aveau avantajele pe care le oferă ştiinţa rezistenţei materialelor”[1], scrie unul din marii specialişti în această ştiinţă. Descoperirea de către Galileo Galilei a faptului că un tub are aceeaşi rezistenţă ca şi o bară plină, cu aceeaşi secţiune, este cea mai elocventă descoperire simplă care ilustrează înclinaţia firească a inginerilor raţionali de a economisi la maximum substanţa. În treacăt fie spus, această descoperire reprezintă şi un transfer de informaţie din biologie în tehnică, oasele animalelor superioare au tocmai o asemenea structură. În acelaşi timp însă, acest exemplu indică extrema simplificare inerentă acestui transfer, dar el conţine şi indicaţii care sugerează şi un alt principiu fertil pentru tehnică : după cum organismul animal utilizează aceste spaţii vide de structuri de rezistenţă pentru a adăposti organe de o mare complexitate, tot aşa proiectantul le poate utiliza în anumite cazuri pentru plasarea unor organe de lucru sau de comandă ale maşinilor.

Pe scurt deci, revoluţia săvîrşită în domeniul materialelor în secolul al nouăsprezecelea a constat într-o *extindere fără precedent a capacităţii de absorbţie de informaţie de către material*, *conjugată cu generarea acestei informaţii*. Aceasta a permis, în decursul secolului al XIX-lea şi în secolul al XX-lea, transformarea profundă a universului pe care îl trăim. Pămîntul s-a acoperit cu un nou înveliş de obiecte — tehnosfera. Aceasta a transformat însuşi peisajul pe care îl percepem cu ochii noştri. Nu este vorba numai de peisajul urban în care se naşte, trăieşte şi moare o parte din ce în ce mai mare a omenirii. A cunoscut şi cunoaşte prefaceri profunde şi peisajul rural. Locul formelor aparent dezordonate îl iau configuraţiile geometrice trasate de

[1]) Vezi STEPHEN I. TIMOSHENKO, *History of Strength of Materials*, New York, MacGraw Hill, 1953.

căile de comunicaţie care fragmentează peisajul vegetal. Cîmpiile, pădurile sînt delimitate prin forme geometrice. Liniile paralele, curbe abstracte, dreptunghiuri şi pătrate ne întîmpină pretutindeni. În artă, peisajul urban şi cel industrial reflectă această realitate nouă. Pictorul tratează acest peisaj artificial ca pe ceva dat, ca pe un produs al naturii, dîndu-şi seama instinctiv că acestea sînt imagini perene, de la care nu mai există întoarcere, că aceste artefacte au devenit ceva echivalent cu natura, că atîta timp cît va dăinui civilizaţia umană asemenea forme mai mult sau mai puţin modificate faţă de imaginea originală creată de natură vor domina percepţiile noastre vizuale, în ciuda tuturor presimiştilor, paseiştilor, contestatarilor tehnicii. Indiferent dacă ea place sau nu, dacă multe coarde ale sufletului nostru sînt disponibile pentru calmul peisajului rural, vieţuirea unei populaţii rapid crescînde nu este cu putinţă decît pe baza tehnicii care zămisleşte mereu noi surse de subzistenţă pentru un număr crescînd de oameni. Mai mult decît atît, arta plastică, în mod deliberat sau subconştient, şi-a propus să se educe, să se acomodeze la acest nou mediu de viaţă, aducîndu-ne mereu în faţa ochilor forme geometrice abstracte, fără nici un corespondent cu realităţile naturii neatinse, dar cu multiple şi profunde ecouri în tehnosferă, în industrie, în lumea obiectelor tehnice şi în interacţiunea dintre om şi tehnosferă. Industrializarea a creat arta geometrică, arta abstractă, arta formelor geometrice şi mecanice, avînd şi nevoie de ea pentru acomodarea omului la propriile sale creaţii. Într-un fel mai mult sau mai puţin direct, arta abstractă este realismul epocii industriale. Cultivarea formelor naturale nu face decît să îngreuneze procesul de acomodare de care vorbim. Cultivarea imaginilor vegetale şi animale, a unui idilism al vieţii rurale de odinioară, echivalează cu întreţinerea nostalgiei faţă de un trecut la care nu mai există întoarcere, nu poate decît să întreţină un conflict latent între omul ajuns om industrial şi trecutul său rural.

În prezent s-ar putea să trăim în toiul unei revoluţii în domeniul materialelor ale căror dimensiuni nu le percepem în toată amploarea lor. Dar simplul motiv că ea se desfăşoară într-un ritm mai lent decît se aşteptau mulţi autori, care nu înţeleg faptul că transformările tehnologice pe

scară mondială nu pot avea loc peste noapte, că vechiul se opune noului cu întreaga forţă a inerţiei sale, cu toată puterea unei autorităţi încă neepuizate nu trebuie să ne facă să ignorăm unele tendinţe din ce în ce mai puternic simţite. Noile materiale create de industria chimică organică au o capacitate de absorbţie informaţională considerabil mai mare (în principiu) decît cea a metalelor, a fierului în speţă. Acesta absoarbe informaţie prin aliere cu alte elemente şi prin modificarea structurii sale supramoleculare. Materialele noi o absorb prin modificarea structurii intramoleculare. Fierul este un element, în timp ce substanţele organice sînt compuşi din mai multe elemente, cu molecule mari, cu numeroase legături chimice al căror număr poate fi mărit. Dacă încă noile materiale nu deţin un loc dominant printre materialele structurale ale tehnicii, acest lucru se datorează faptului că, pe de o parte, nu se cunosc toate canalele de introducere a informaţiei în substanţă, iar, pe de altă parte, faptului că însăşi producţia de metale se perfecţionează continuu ca răspuns la provocările materialelor concurente. Arta de a inventa în domeniul siderurgiei, relativ simplă aşa cum este, se perfecţionează încă continuu sporindu-şi în felul acesta competitivitatea bazată şi pe existenţa unor bogate zăcăminte de minereu de fier. Este posibil ca această forţă de rezistenţă să asigure aliajelor de fier o supravieţuire mai îndelungată. Nu trebuie însă să trecem cu vederea faptul că în tehnica industrială masele plastice avansează lent dar continuu, nu atît prin înlocuire pur şi simplu, ci prin crearea unor valori de întrebuinţare noi sau prin perfecţionarea altora vechi, dar cu o eficienţă sporită. Masele plastice pot fi prelucrate plastic prin turnare sau prin alte forme de deformare plastică, pînă aproape sau chiar pînă la forma finală. Cu ajutorul maselor plastice s-au realizat angrenaje şi rulmenţi care nu au nevoie de ungere, ceea ce este o calitate de nepreţuit atunci cînd este vorba de a monta asemenea organe de maşini în locuri greu accesibile. Masele plastice absorb cu uşurinţă culoarea, iar răspîndirea lor în industrie şi în viaţa casnică creează un nou univers coloristic, înviorător şi agreabil, fundamental deosebit de aspectele mohorîte caracteristice obiectelor metalice, în special din mediul industrial mai vechi. Pei-

sajul tehnologic, industrial, urban şi menajer se schimbă fundamental, atenuînd şi eliminînd aspectele deprimante, trebuie s-o recunoaştem, pe care le oferă imaginile interioarelor din întreprinderile industriale vechi. Verdele odihnitor al vegetaţiei poate fi introdus cu un cost redus în uzine, la care se pot adăuga şi alte culori, studiate din punctul de vedere al efectului pe care îl produc asupra psihicului. Este doar unul din aspectele potenţialului latent al tehnicii de a-şi vindeca propriile sale boli şi, implicit, de a reduce efectele sale nocive asupra omului care trăieşte în mijlocul ei. Căci materialele noi, spre deosebire de cele tradiţionale, pot absorbi nu numai informaţie tehnologică, informaţie privind eficienţa concepută simplist ca număr de obiecte perfecţionate pe unitatea de timp, ci şi informaţie medicală, psihologică etc. Cu ajutorul lor chiar şi acum poate fi mărită silenţiozitatea maşinilor şi pot fi atenuate alte efecte nocive.

Desigur, noile materiale realizate prin sinteza organică sînt mai scumpe, au unele caracteristici de rezistenţă inferioare, sînt inflamabile, iar cînd se aprind degajă un fum înecăcios etc. Dar toate aceste diferenţe pot fi corectate treptat prin introducerea de informaţie nouă, obţinută prin noi eforturi de cercetare.

În general se poate spune că materialele noi se difuzează în sistemul tehnologic al societăţii nu prin simplă înlocuire ci prin invenţie.

Progresul tehnic este deci un progres al informaţiei, al informaţiei generate şi încorporate în structuri materiale, de la structura microscopică a materiei şi pînă la structurile mari obţinute prin asamblarea unor părţi de materie. Pentru ca tehnologia să progreseze este necesară acumularea de informaţie. De fapt, termenul de acumulare este nepotrivit. Singurul motiv care ne îndeamnă să-l folosim este faptul că are un drept de existenţă statornicit printr-un uz îndelungat în teoria şi practica economică. Dar nici aici el nu este adecvat. Economiştilor le este limpede că procesul de acumulare este radical deosebit de ceea ce sugerează sensul etimologic al cuvîntului : adăugare necesară de noi obiecte productive. Sistemul economic este un sistem viu, populat şi integrat de oameni şi de legăturile care se statornicesc între ei. Cuvîntul creştere desemnînd altceva,

dar ceva determinat de acumulare, este mult mai fericit ales: provenind din biologie, el desemnează un proces complex, în care nişte obiecte productive puse în funcţiune trebuie, în primul rînd, să se integreze într-o reţea subtilă de conexiuni şi să realizeze această integrare nu într-un mod pasiv, ci contribuind prin intrarea lor în circuitele economice la o creştere a *eficienţei* întregului sistem, introducînd în el obiecte materiale sau spirituale (software) de calitate superioară, capabile să potenţeze într-o măsură sau alta eficienţa întregului sistem, sau să declanşeze prin conectarea lor procese amelioratoare în celelalte elemente ale sistemului sau cel puţin să înlăture unele efecte negative, cum ar fi deficitele sau o producţie necorespunzătoare existentă anterior. Dacă e să păstrăm un alt cuvînt economic tradiţional, atunci trebuie neapărat să subliniem faptul că adăugarea unui nou element productiv în sistemul economic trebuie să se realizeze prin circulaţie, prin integrarea în circuitele economice existente. Din păcate, la un moment dat, conceptul de circulaţie a pierdut ceva din prestigiul său, uitîndu-se faptul că Marx a subliniat cu tărie unitatea dialectică a momentelor procesului de reproducţie: a producţiei, repartiţiei, circulaţiei şi consumului. Această unitate dialectică exclude orice ierarhizare: consumul nu este numai scopul, ci este şi o condiţie a producţiei, la fel ca şi invers. Astăzi, cînd sîntem posesorii balanţei legăturilor dintre ramuri, avem o imagine palpabilă detaliată a canalelor de circulaţie între ramuri, căci cea mai mare parte a producţiei este producţie intermediară care nu se realizează decît prin circulaţie şi se realizează în deplinul înţeles al cuvîntului numai dacă circulaţia este corectă. Într-un sens mai larg circulă şi producţia finală: bunurile de consum contribuie la refacerea forţei de muncă iar mijloacele de producţie, orice s-ar spune, îşi cedează informaţia către produsele fabricate. Nu există reproducţie fără circulaţie, nu există creştere fără circulaţie, iar neglijarea acesteia poate avea aceleaşi efecte negative ca şi neglijarea producţiei. Fazele procesului de reproducţie se stimulează reciproc, se sprijină reciproc, formează una faţă de alta condiţii necesare.

Modul de existenţă a informaţiei tehnologice este şi el unul dialectic şi viu. În momentul de bază al producţiei,

muncitorul încorporează informaţia tehnologică în produs. Dar el şi primeşte informaţie tehnologică prin interacţiunea sa cu mijlocul de muncă şi cu obiectul muncii. Informaţia tehnologică circulă şi în sensul fluxului tehnologic, dar şi în sens invers. Observînd procesul, muncitorul sau inventatorul dobîndeşte o informaţie pe care o poate prelucra, transformînd-o în invenţie.

Informaţia tehnologică, după cum am arătat, circulă pe o mulţime de canale. Dar, fiind o categorie istorică, informaţia nu este mereu aceeaşi. Ea se acumulează în canale şi în memorii, pînă la un moment dat, cînd cantitatea se transformă în calitate. La o scară mai redusă se produce o invenţie. Pe o scară mai mare ansamblul invenţiilor poate avea drept rezultat o transformare profundă a tehnologiei, uneori cu caracter revoluţionar, după care urmează noi procese de acumulare circulatorie de diferite proporţii.

Informaţia tehnologică este, evident, perisabilă. Informaţia nouă o ucide pe cea veche, pe care o înlocuieşte. Dar această desfiinţare a vechiului se face transmiţîndu-se o „urmă" de informaţie veche în cea nouă. Informaţia nouă păstrează în ea istoria informaţiei tehnologice, fie sub formă pozitivă, fie prin negaţie. Informaţia veche intră în memoria bibliotecilor. Uneori ea este reînviată, repusă în circulaţie. O mare parte din informaţia tehnologică are o puternică vitalitate. Multe principii sînt neperisabile, după cum în ştiinţă unele idei fundamentale durează de milenii. Perisabilitatea informaţiei tehnologice este de altă natură decît mortalitatea biologică şi chiar decît uzura fizică şi morală a obiectelor tehnice fizice.

Informație și acumulare

Interpretarea informațională a procesului de dezvoltare a sistemului tehnologic al societății implică o adîncire a analizei procesului de acumulare dincolo de acumularea pur fizică, așa cum este ea analizată în mod obișnuit. Căci, dacă admitem că creșterea economică depinde pe termen lung în mod hotărîtor de progresul tehnic, atunci concluzia că acumularea fizică trebuie dublată și condusă de acumularea de informație se impune de la sine.

Dacă toate investițiile se efectuează în mod corelat la nivelul tehnic cel mai înalt posibil și în conformitate cu volumul și structura nevoilor, atunci, cu cît acumularea brută este mai mare, cu atît nivelul tehnic al ansamblului activităților economice crește mai repede și, ca atare, cu atît mai rapidă este creșterea economică și, făcînd abstracție de celelalte condiții, cu atît mai repede poate crește nivelul de trai al populației. Acest lucru este valabil pentru prima perioadă a procesului.

Cu timpul însă intervine procesul de uzură fizică și morală, care începe să diminueze eficiența tehnică și economică a fondurilor fixe instalate. Dintre cele două tipuri de uzură, în epoca actuală cea mai importantă este uzura morală, întrucît ea afectează un principiu tehnic nou încă din momentul în care acest principiu ajunge să fie cunoscut public, stîrnind firmele concurente de pe piața internațională să întreprindă acțiuni de cercetare care să contracareze efectele pe care le produce produsul nou intrat în circuitele economice. De fapt o inovație absolută nu o

poate realiza decît un inovator care dispune de o informaţie perfectă asupra stării tehnicii mondiale. În cazul în care informaţia lui este deficitară, inovaţia poate fi uzată moral dinainte de momentul apariţiei. Întrucît informaţia are un cost, promovarea progresului tehnic prin investiţii impune alocarea unor fonduri speciale pentru recepţionarea informaţiei privind starea tehnicii mondiale. Nealocarea fondurilor necesare pentru aparatul de receptare a informaţiei tehnice internaţionale măreşte considerabil riscul de a efectua investiții la un nivel tehnic inferior celui mediu mondial.

Volumul uzurii morale este proporţional cu volumul fondurilor fixe în funcţiune şi cu ritmul progresului tehnic internaţional. O ţară mică sau mijlocie nu poate determina nivelul tehnic mondial decît în sectoare restrînse şi, ca atare, pentru celelalte sectoare uzura morală acţionează pentru ea ca o forţă naturală. Dar creșterea volumului fondurilor fixe instalate mărește *volumul* uzurii morale provocate de creşterea nivelului tehnic mondial. Acest dezavantaj este şi el inerent procesului de creştere şi el nu poate fi eludat decît prin atașarea la fondurile fixe a unor capacităţi de cercetare corespunzătoare. În felul acesta, dezvoltarea capacităţii de cercetare este o componentă a procesului de acumulare, chiar dacă dezvoltarea capacității poate fi un proces mai dificil, cel puţin din punct de vedere uman, decît extinderea producţiei fizice. Dar introducerea cercetării în procesul de producţie transformă fondurile fixe instalate din niște obiecte metalice, cu o morfologie și „fiziologie" date odată pentru totdeauna, în sisteme tehnice capabile de o anumită dezvoltare prin perfecţionări mărunte, prin adaptări şi reorganizări tehnologice. În felul acesta ritmul uzurii morale pote fi frînat în unele sectoare — mai ales în cele în care progresul tehnic este lent — , în aşa fel încît mijloacele de producţie fizică pot fi menţinute pînă aproape de uzura lor fizică.

Sperăm că cele de mai sus să fie suficiente pentru a demonstra că informaţia tehnologică și economică, aceasta din urmă trebuind să fie înţeleasă în sens larg, este un factor de producţie care trebuie tratat deopotrivă cu factorii de producție materiali. Procurarea informaţiei nece-

sită cheltuieli uneori considerabile, deoarece o parte din ea nu poate fi obţinută decît prin deplasare la faţa locului sau prin angajarea de specialişti străini. Ea costă mult în primul rînd pentru că partea ei cea mai preţioasă constituie monopol şi se vinde la preţ de monopol. De asemenea, ea este o marfă foarte perisabilă.

Pe de altă parte, însuşirea ei este costisitoare şi pentru că receptarea ei implică costuri considerabile. Instituţii şi oameni specializaţi trebuie să-şi consacre timpul de lucru receptării ei. La aceasta se adaugă cheltuielile de investiţii pentru transpunerea ei în producţie.

Receptarea informaţiei tehnologice trebuie să aibă loc chiar la locurile în care se desfăşoară procesele tehnologice. De aceea, pentru a contracara efectiv procesul de uzură morală, fiecare unitate economică trebuie într-un fel sau altul să dispună de un aparat de recepţie a informaţiei tehnologice şi economice pentru a opera modificările în producţie imediat ce acest lucru devine necesar şi posibil.

Necesitatea unei asemenea informări este deosebit de importantă pentru unităţile economice care întreţin relaţii de cooperare cu străinătatea. Nu este vorba numai de studiul atent al pieţei, de studiul tendinţelor tehnologice. Chiar şi în cazul achiziţionării licenţelor, decizia de achiziţionare trebuie să se bazeze pe o temeinică informare asupra nivelului la care se află sistemele tehnice oferite prin licenţă de firmele străine, perspectivele de uzură morală şi de dezvoltare a sistemului tehnic respectiv etc. Cineva care urmează să achiziţioneze o licenţă nu se poate aşeza la o masă de tratative dacă în prealabil nu dispune de o largă informare asupra stării şi prognozei tehnologiei din domeniul respectiv de activitate, precum şi asupra factorilor economici care intervin.

Aşadar, acumularea ca atare, privită ca înmulţire a capacităţilor de producţie existente, privită în afara contextului schimbărilor calitative care însoţesc în mod natural procesul de acumulare şi ruptă de procesul de acumulare a cunoştinţelor nu poate avea asupra creşterii economice decît un efect limitat atît în timp, cît şi în ceea ce priveşte satisfacerea nevoilor societăţii. În anumite con-

diţii acumularea înţeleasă ca proces de înmulţire, timp îndelungat, a unor capacităţi de producţie aflate la un nivel constant, generează *factori tehnostatici* care se integrează în ,,codul genetic'' al forţelor de producţie, generînd continuu factori de regres şi, ca urmare a acestui proces, remedierea defectelor poate să necesite eforturi materiale mari, comparabile cu cele necesare lansării procesului de industrializare.

Toate aceste consideraţii ar putea fi socotite banale, dacă în multe raţionamente economice, mai ales în cele formalizate matematic, din nevoi metodologice, nu s-ar promova continuu ideea potrivit căreia creşterea economică ar depinde numai de volumul şi de rata acumulării, privite ca mărimi omogene, ca nişte sume monetare reprezentînd o parte mai mare sau mai mică a venitului naţional.

Pentru a completa şi corecta imaginea oferită de asemenea raţionamente, fără îndoială de mare utilitate şi ele pentru înţelegerea mecanismului creşterii economice, este util să se considere procesul de creştere nu numai ca un proces rezultînd din nişte relaţii cantitative, ci ca un *proces general de învăţare*, al întregii societăţi.Desigur, ca orice analogie, aceasta are limitele ei. Dar şi aceste limite pot fi extinse, dacă analizăm specificul social al procesului şi structura sa internă, care îl diferenţiază de procesul de învăţare individual aşa cum îl cercetează pedagogii şi psihologii. Rămîne un fapt însă că creşterea economică presupune dar şi determină o continuă îmbogăţire şi primenire a stocului de cunoştinţe al societăţii, printr-un proces complex, căci *stocul de cunoştinţe al societăţii* este atît de mare încît nu poate fi purtat de un singur om sau de un grup restrîns de specialişti, oricît de impresionantă ar fi erudiţia lor. Purtătoarea stocului de cunoştinţe este întreaga societate şi, în general, toţi oamenii muncii, fiecare purtînd o parte mai mare sau mai mică a acestui stoc, o parte rezultînd din specializarea profesională şi alta constituită din cunoştinţe generale achiziţionate în mod organizat sau prin efort individual. Cu alte cuvinte, şi stocul de cunoştinţe al societăţii este purtat şi utilizat după principiile diviziunii sociale a muncii.

Faptul că acest stoc nu este o cantitate fixă este de la sine înţeles. Totuşi, faptul că el este un sistem social viu, care există numai graţie unei comunicări vii între membrii societăţii în cadrul procesului de producţie şi în afara lui, în instituţii specializate, merită subliniat pentru că această *comunicare continuă* comportă un cost economic şi există tentaţia de a considera cheltuielile de întreţinere a stocului ca pe nişte cheltuieli neproductive, fără legătură directă cu procesul de creştere economică. Poate mai puţin evident este faptul că izolarea unei instituţii, de exemplu a unui institut de cercetări, faţă de instituţii similare şi faţă de instituţii cu alt profil, mai mult sau mai puţin înrudit, are ca efect inevitabil perimarea stocului de cunoştinţe al întregii instituţii care, treptat, poate să cadă victimă acelei tare sociale care se numeşte conservatorism. Vom reveni în mod special asupra unor probleme specifice, dar aici vom considera evident faptul că o întreprindere productivă este şi ea purtătoarea unui stoc de cunoştinţe, de dimensiuni apreciabile şi cu o structură subtilă. Or, izolarea întreprinderii faţă de lumea exterioară, faţă de alte întreprinderi cu profil similar, faţă de preferinţele beneficiarilor produselor ei care sînt, şi ei, purtători de cunoştinţe, faţă de instituţiile şi persoanele din cercetare şi proiectare duce, în mod inevitabil, la perimarea stocului ei de cunoştinţe, ceea ce are ca efect perimarea produselor, scăderea calităţii acestora şi, în cele din urmă, eliminarea lor din circuitul economic. O asemenea întreprindere îşi pierde treptat vitalitatea şi fie că trebuie întreţinută în mod artificial, fie desfiinţată.

Exemplele de mai sus arată: *comunicarea între elementele stocului de cunoştinţe este modalitatea de întreţinere, de supravieţuire a acestuia.* Ca şi într-un organism viu, circulaţia este condiţia de existenţă a stocului. Mişcarea informaţiilor în cadrul stocului de cunoştinţe al societăţii nu este tocmai uşor de descris, întrucît canalele pe care circulă informaţia sînt dintre cele mai diverse, unele fiind specializate în această funcţie, altele îndeplinind-o numai în subsidiar. Canalele specializate sînt, în primul rînd, toate mijloacele de difuzare a informaţiei, de la radio la televiziune, urmate de revistele profesionale şi terminînd

cu ofertele, prospectele sau buletinele profesionale de circulaţie restrînsă.

Nici unul dintre aceste canale nu trebuie subapreciat (din punctul de vedere al cunoştinţelor relevante pentru procesul de creştere continuă). Chiar şi informaţiile vehiculate sub o formă simplificată de dragul accesibilităţii la mijloacele de comunicare în masă ţin trează atenţia specialiştilor pentru problemele lor profesionale, îndemnîndu-i adeseori să urmărească firul unei informaţii din presa generală, din revistele şi publicaţiile profesionale în care aceste informaţii sînt expuse într-o formă expresă.

Cît priveşte importanţa revistelor de specialitate ştiinţifice şi tehnice, merită totuşi relevat faptul că procesul de creştere economică din ţările dezvoltate a fost însoţit de o proliferare accelerată a publicaţiilor de acest gen. Unele guverne sau organizaţii sociale din multe ţări au luat măsuri deliberate de stimulare a dezvoltării acestei reţele de canale informaţionale fiind mai mult sau mai puţin conştiente de importanţa lor pentru propăşirea economică. Acest proces a constituit obiectul unor studii speciale, cititorul interesat putînd să-şi facă o idee mai precisă asupra legăturii dintre procesul de creştere economică şi dezvoltarea sistemului de publicaţii de specialitate, cercetîndu-le [1]. Importantă este necesitatea circulaţiei internaţionale a acestor publicaţii întrucît cunoştinţele profesionale moderne sînt de regulă rodul eforturilor depuse de specialişti din multe ţări.

Merită să fie menţionată şi de această dată literatura de reclamă. Deşi redactată cu scopul de a convinge pe cititor de avantajele unui anume produs, exagerîndu-i calităţile, această literatură atrage într-o formă succintă atenţia specialistului asupra unor noutăţi care pot prezenta o mare importanţă pentru exercitarea profesiunii sale. Spre deosebire de consumatorul de rînd care, în

[1] Vezi, de exemplu, lucrările lui DEREK J. DE SOLLA PRICE: *Ştiinţă mică, ştiinţă mare*, Editura ştiinţifică, 1971; *Science since Babylon*, New Haven, Yale University Press, 1961.

capitalism, poate fi cu uşurinţă indus în eroare de o reclamă abilă, specialistul are pentru informaţiile din domeniul său de activitate un spirit critic suficient de dezvoltat pentru a supune informaţiile de reclamă unui proces de filtrare adecvat. Desigur, ca şi informaţiile din presa de mare tiraj, cele din literatura de reclamă au un rol de semnal care trimite la o cercetare specializată a problemei sesizate, prin alte canale informaţionale.

Un accent special trebuie pus pe circulaţia informaţiilor prin viu grai în cadrul unor contacte directe între oameni. Este desigur misiunea psihologilor de a explica de ce comunicarea directă este mult mai eficientă decît cea mediată de canale materiale purtătoare de informaţie. Experienţa cotidiană ne arată însă că, după cum notele diplomatice nu pot ţine locul întîlnirilor dintre oamenii de stat, nici un fel de cărţi sau lecţii la televiziune nu pot înlocui pe profesorul din clasă sau pe cel din amfiteatrul universitar şi nici o revistă profesională nu poate înlocui pe deplin contactul viu dintre specialişti. Acestea sînt deosebit de importante pentru comunicarea ultimelor realizări din domeniul respectiv, care de obicei sînt formulate într-un limbaj neobişnuit, neintrat în uzul general, dat fiind că fenomenele noi, fie ele de domeniul ştiinţei, al tehnicii sau organizării, se înregistrează cu ajutorul unor concepte noi şi asociaţii de concepte noi.

Din cauza eficienţei sporite a contactului uman direct, sînt foarte importante diversele forme instituţionale de contacte între specialişti, conferinţele şi congresele naţionale şi internaţionale. Poate părea anecdotic faptul, dar după aprecierile celor care au studiat în mod special problema, importanţa acestor forme de comunicare directă a informaţiei constă mai puţin în participarea la şedinţele formale, unde comunicarea se desfăşoară sub presiunea lipsei de timp, a temerii de eroare în public şi a altor factori de presiune psihologică, cît mai ales în contactele neformale, în întîlnirile din culise şi în alte prilejuri de contact social create de obicei pe lîngă şedinţele formale.

De obicei, atunci cînd se dezbat problemele comunicării cunoştinţelor, se au în vedere numai oamenii de ştiinţă, inginerii şi alţi specialişti cel puţin cu studii superioare. Din punctul de vedere al creşterii economice care

ne interesează, este extrem de importantă problema difuzării informațiilor în rîndurile muncitorilor și, în general, ale celor care participă la procesele economice. Acest lucru este cu atît mai important în condițiile în care nivelul de cultură generală al muncitorilor este în prezent ridicat și continuă să crească, datorită numărului sporit de ani petrecuți în școală de către întreaga populație, fenomen care se observă în țările dezvoltate dar și în unele în curs de dezvoltare, în special în cele socialiste. Rostul școlii este, printre altele, acela de a crea la elevii săi o capacitate sporită de recepționare a informației la un nivel corespunzător. Cunoștințele speciale comunicate, de exemplu, într-un liceu industrial, se pot perima după un număr de ani, dar mult mai durabilă este capacitatea de a recepționa informația nouă.

Desigur, în practica mondială nu a intrat încă organizarea unor întîlniri speciale ale muncitorilor din diferite domenii de activitate. Totuși *muncitorii receptează continuu informații profesionale* fie pe cale ierarhică, prin desenele de execuție, fie prin contacte directe la locul de muncă, fie prin intermediul mașinilor și instalațiilor la care lucrează. O formă larg răspîndită este trimiterea la specializare a unui număr de muncitori, de exemplu, la întreprinderile furnizoare de echipamente. Aceasta este una din formele de bază ale difuzării informațiilor privitoare la unele activități practice. Această formă este deosebit de necesară atunci cînd se implantează o producție nouă pentru care nu există încă muncitori informați.

Fluctuația forței de muncă, cu toate efectele ei nedorite îndeplinește și funcția de difuzare a unor cunoștințe practice. În această privință trebuie făcută o distincție între efectele mobilității orizontale a forței de muncă, între țările dezvoltate și cele în curs de dezvoltare. În țările dezvoltate forța de muncă de înaltă calificare nu este deficitară. Din punctul de vedere al difuzării cunoștințelor, mobilitatea poate avea efecte pozitive sau neutre.

În țările în curs de dezvoltare, unde întreprinderile industriale cu producție de înaltă tehnicitate sînt relativ rare și forța de muncă corespunzătoare relativ puțin numeroasă, fluctuația are ca efect trecerea unei părți însemnate a muncitorilor pregătiți în întreprinderile moderne

la activităţi care se pot mulţumi cu o formaţie profesională mai modestă. Pe de altă parte probabilitatea ca muncitorii nou recrutaţi să aibă o calificare înaltă corespunzătoare este foarte mică, ceea ce implică cheltuieli pentru formarea muncitorilor nou angajaţi, în timp ce calificarea muncitorilor care pleacă nu mai este utilizată complet la noile locuri de muncă. Iată de ce, pînă la un anumit nivel de dezvoltare economică, mobilitatea orizontală are efecte nedorite. Pe de altă parte însă, nu trebuie trecute cu vederea elementele de calificare pozitive pe care le vehiculează muncitorii de calificare înaltă către noile locuri de muncă. Pe măsura creşterii nivelului tehnic general al producţiei, efectele de care am vorbit mai sus se neutralizează reciproc şi mobilitatea forţei de muncă devine un factor pozitiv de întreţinere la un nivel ridicat a stocului de cunoştinţe practice al societăţii.

Observăm deci că legătura dintre acumulare şi mijloacele de producţie şi progresul tehnic este mult mai profundă şi mai subtilă decît incorporarea ideilor tehnice noi în maşini şi construcţii. Am încercat să arătăm în altă parte că[1], datorită acţiunii principiului efectului descrescînd, acumularea la nivel tehnic constant ar înmulţi factorii iniţiali ai economiei în asemenea măsură încît dincolo de o anumită limită, un spor de acumulare ar începe să devină o frînă în creşterea volumului activităţilor economice. Tocmai în asemenea momente trebuie în mod obligatoriu să intervină o invenţie care să înlăture barierele generate din interiorul forţelor de producţie.

Pornind de aici, putem afirma că prin realizarea proceselor investiţionale şi, dincolo de aceasta, prin funcţionarea aparatului de producţie şi a celui cu care operează celelalte sectoare ale vieţii economice, acumularea devine un proces de învăţare istoric care permite, la un moment dat, să se obţină cu un anumit volum de mijloace fixe (să spunem că am putea să măsurăm cu o oarecare precizie un volum constant de mijloace fixe sau de capital fix) — pînă la anumite limite — sporuri de producţie din ce în ce mai mari.

[1] Vezi I. LEMNIJ, *Progresul tehnic şi dezvoltarea economică*, Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1969.

Acest proces de învăţare are multiple aspecte şi vom încerca să ne oprim asupra unora dintre ele. Lumea producţiei moderne este o lume artificială, un sistem de artefacturi creat prin inventivitatea şi truda multor generaţii. Pentru omul nou intrat în acest univers, el echivalează cu contactul cu o lume nouă, necunoscută pînă atunci, şi pe care o poate cunoaşte pînă la nivelul de care are nevoie pentru a deveni un element activ al acestui sistem, numai prin contactul direct cu maşinile, construcţiile şi clădirile care îl alcătuiesc. Forţa de muncă se formează deci aici, în contactul cu mijloacele de producţie moderne. Cu cît este mai mare numărul de fabrici şi de maşini de înaltă productivitate, cu atît mai numeroasă este forţa de muncă calificată şi de înaltă productivitate, celelalte condiţii fiind constante.

Mai importante sînt însă aceste aspecte din punctul de vedere al creării tehnicii noi. În literatura economică are largă circulaţie teza potrivit căreia mijloacele de producţie odată instalate, nu se mai pot modifica. Acesta nu este decît un adevăr parţial.

Materializarea unor idei tehnice în maşini, utilaje şi clădiri devine sursa de inspiraţie pentru noi perfecţionări sau invenţii, fie aplicate lor ca atare, fie folosite în realizarea unor mijloace tehnice noi. Fondurile fixe, capitalul fix reprezintă o informaţie materializată, dar şi selecţionată timp îndelungat. Totodată, prin funcţionarea lor ies în evidenţă probleme noi, generate de rezolvarea celor anterioare. Inventatorul nu ar putea concepe o maşină nouă în gol. Adam, oricît de genial ar fi fost, nu ar fi putut inventa calculatorul electronic.

Aceste probleme noi privesc atît sistemele tehnice considerate individual (maşini, utilaje) cît şi cele care rezultă din alăturarea unui număr mai mare de asemenea sisteme. Cooperarea dintre indivizi, inerentă firii umane, este transpusă treptat în cooperarea dintre maşini. La un moment dat al dezvoltării forţelor de producţie, asemenea probleme devin tot mai numeroase. De la transportul materiilor prime şi semifabricatelor de la o întreprindere la alta, de la o maşină la alta s-a ajuns la problema organizării fluxului productiv, în incinta unei întreprinderi şi dincolo de ea. Banda rulantă a fost o invenţie revoluţio-

nară, pentru că a rezolvat o problemă care nu exista atunci cînd un produs se realiza în întregime la un singur loc de muncă. O treaptă înaltă de integrare a unor sisteme tehnice individuale într-un complex este linia automatizată de transfer. Evident că ideea benzii rulante și a liniei automatizate nu putea să apară decît după ce procesul de acumulare cantitativă a dus la concentrarea în incintele fabricilor a unui număr mai mare de mașini, iar lărgirea procesului de producție a dus la o asemenea integrare a proceselor de producție încît realizarea unei legături fizice între operații, sincronizarea acestora a devenit o necesitate aproape evidentă. Aici ne mulțumim să atragem atenția asupra faptului că nici banda rulantă nici linia automatizată nu sînt un ideal absolut, deoarece societatea are nevoie nu numai de o anumită cantitate de produse, ci și de o anumită diversitate a acestora. Rezolvarea dilemei este întotdeauna o problemă concretă.

Fondul de acumulare de care teoria economică face să depindă ritmul de creștere economică este o variabilă economică care acoperă un număr mare de *acțiuni economice* concrete. Decizia privind realizarea unui anumit fond de acumulare și de transpunere a acestuia în acțiuni economice este, în economia planificată, doar începutul unui sistem de acțiuni complicat și ramificat. Eficiența fondului de acumulare este o medie ponderată a eficienței tuturor acțiunilor de investiție concrete, realizate din acest fond. Chiar și noțiunea de medie ponderată este aici o convenție de gîndire, deoarece fiecare obiect de investiție are o altă durată de punere în funcțiune, iar timpul care se scurge de la punerea în funcțiune și pînă la atingerea parametrilor proiectați diferă și el de la un obiectiv la altul. Eficiența acumulării totale depinde însă nu numai de media ponderată a eficiențelor individuale, ci și de calitatea legăturilor dintre obiectivele de investiții, de calitatea integrării fiecărui obiectiv în sistemul economiei naționale. Este vorba însă nu numai de legăturile dintre întreprinderi, ci și de alte subsisteme economice, de subsistemul rezervelor disponibile de forță de muncă, de subsistemul resurselor naturale, de legăturile cu celelalte economii naționale etc.

Calitatea acestui sistem complex de legături este și ea supusă procesului de învățare. Un obiectiv industrial nou atinge și depășește parametrii proiectați în timp, deoarece întregul personal se adaptează treptat la elementele materiale ale producției, corectează unele erori și defecte de montaj, învață să mînuiască din ce în ce mai bine mașinile etc. *O întreprindere nouă se integrează și ea treptat în sistemul de legături ale economiei naționale*, descoperind, de pildă, treptat, că varianta de produs prevăzută inițial nu este cea mai indicată sau că produsele sale servesc mai bine pe un alt beneficiar decît pe cel prevăzut inițial. Contactele umane dintre conducătorii întreprinderilor se ameliorează pe măsura cunoașterii reciproce. Totodată, se armonizează pretențiile fiecăruia cu ale celorlalți.

Desigur că dificultățile perioadei de învățare se răsfrîng asupra eficienței economiei naționale cu atît mai mult cu cît ponderea producției date de întreprinderile noi este mai mare. Întreprinderile vechi beneficiază de avantajul experienței acumulate. Acest avantaj este substanțial, întrucît rutina producției și rutina legăturilor creează disponibilități de energie pentru ameliorarea acestora, astfel încît întreprinderile vechi pot compensa nivelul tehnic mai scăzut al utilajelor lor prin experiența acumulată de-a lungul anilor.

Eficiența fiecărui obiectiv industrial nou pus în funcțiune depinde de nivelul tehnic al echipamentului cu care este dotat dar, în același timp, și de nivelul tehnic al furnizorilor și al beneficiarilor. O uzină modernă poate fi ineficientă dacă nu i se asigură materiile prime și materialele corespunzătoare, forța de muncă calificată la nivelul cerut, o capacitate de conducere la nivelul cerințelor etc. *Ruptă de conexiunile necesare tehnica nouă rămîne suspendată în aer*. În unele cazuri, ea va fabrica produse de calitate nesatisfăcătoare, dar se poate imagina cu ușurință și cazul în care funcționarea ei este imposibilă. Astfel, calitatea producției realizate cu o mașină poligrafică modernă depinde nu numai de calitatea acesteia, ci și de calitatea cernelurilor și a hîrtiei. Uneori un nivel calitativ corespunzător al materialelor este mai greu de realizat decît mașina însăși, producția lor necesitînd o tehnică superioară. Inexistența acesteia poate să reducă o uzină modernă la

un nivel de eficienţă inferioară celui al uzinelor cu dotaţie veche. În asemenea cazuri, care au o anumită frecvenţă într-un proces de creştere rapidă, soluţia nu este, evident, aceea de a lăsa uzina să producă mult timp cu randamentul dat de aprovizionarea cu materiale necorespunzătoare, ci de a ridica nivelul tehnic al producţiei furnizorilor. Într-un asemenea caz, ridicarea nivelului tehnic al furnizorilor ar trebui să se bucure de prioritate la repartizarea resurselor faţă de construcţia întreprinderilor noi, în domenii noi de producţie.

Imposibilitatea de a se realiza simultan dezvoltarea tehnică a activităţilor economice interdependente este un factor generator de cerere de cercetare. Această cerere este imperativă, deoarece rezolvarea problemelor din activităţile conexe sporeşte eficienţa unor investiţii deja efectuate. În felul acesta cercetarea şi dezvoltarea devin elemente echilibratoare ale sistemului economic.

Alternativa ar consta în derogarea de la condiţiile tehnologice impuse. Inevitabilă temporar sau local, derogarea este o cauză de scădere a eficienţei activităţilor economice.

Nu folosim întîmplător termenul de activitate economică. Eficienţa economiei naţionale depinde nu numai de activităţile cărora odinioară li se rezerva calitatea de productive, adică *grosso modo* cele care constau în confecţionarea de produse materiale. Am văzut ceva mai înainte că cercetarea şi dezvoltarea sînt imperios necesare. Dar este vorba de numeroase alte activităţi. Să luăm ca exemplu activitatea considerată cea mai „neproductivă" cum este activitatea juridică. Relaţiile dintre colective mari de oameni, care constau în schimbul de mari valori materiale, nu pot să nu dea loc la probleme de natură juridică. Justiţia, prin activitatea ei, asigură calitatea acestor legături. Nu dorim să insistăm asupra unor activităţi ca marketingul sau a unor activităţi, care, deşi poartă alt nume, au acelaşi obiect. După cum nu există piaţă care să absoarbă în mod automat producţia, tot aşa planificarea nu poate fi atît de perfectă încît să impună, în condiţii de eficienţă maximă, produsele. De aceea, planul este completat de contract, iar acesta este rezultatul contactului viu dintre oameni. Tot astfel nu

este locul să facem o digresiune asupra tehnicilor post-vînzare, dar o oarecare familiarizare cu produsele tehnicii moderne a căror fiabilitate nu poate fi perfectă ne permite să ne dăm seama că aceste servicii sînt, uşor metaforic vorbind, parte componentă a maşinilor şi celorlalte sisteme tehnice moderne.

Astfel stînd lucrurile, cînd fiecare întreprindere este parte componentă a unui sistem cu care ea are legături complexe şi cînd celelalte părţi componente se schimbă, calculul de eficienţă raportat la un singur obiectiv de investiţii nu poate fi decît primul pas în estimarea eficienţei reale. El trebuie efectuat cu maximum de scrupulozitate, dar şi cu conştiinţa că, oricît de meşteşugit ar fi, el poate conţine erori. După logica aritmeticii comerciale, pînă la urmă eficienţa trebuie estimată prin raportul dintre totalul veniturilor realizate în întreaga perioadă de funcţionare a întreprinderii şi totalul resurselor alocate în acest timp. Condiţia eficienţei este ca acest raport să fie supraunitar. Dar este limpede că condiţiile economice se vor schimba în lunile sau în anii următori, afectînd în măsură mai mare sau mai mică toate calculele pe care le facem. Progresul tehnic uzează produsele într-un ritm pe care nu-l cunoaştem cu anticipaţie. Aspiraţiile de consum se schimbă şi ele. Care este soluţia?

Ea nu poate veni din calcul pur şi simplu. Eficienţa activităţilor economice este asigurată de calitatea acţiunilor cotidiene ale agenţilor economici. Atunci cînd este vorba de a se asigura eficienţa, acţiunea economică nu poate înceta nici o clipă. Dar acţiunea nu poate fi eficientă decît prin adaptarea continuă a activităţii la condiţiile schimbătoare. Desigur că fiecare acţiune economică trebuie să se sprijine pe un calcul estimativ bazat pe o metodă sau alta, dar calculul nu poate fi un substitut al acţiunii.

Sensul principal al acţiunii economice adaptive este promovarea unor soluţii tehnice acordate cu condiţiile schimbătoare: analizarea continuă a produselor, perfecţionarea metodelor de fabricaţie, căutarea de pieţe noi, întreţinerea celor existente, perfecţionarea estetică, ergonomică etc. a produselor şi a celorlalte activităţi.

Privită astfel din punct de vedere economic și tehnologic, rata acumulării în economia socialistă nu ne mai apare ca o simplă cifră procentuală. Ea devine un declanșator al unei mulțimi de acțiuni economice dintre cele mai diverse, a căror reglare corectă este obiectivul principal al planificării. Între aceste acțiuni, cercetarea, în sensul cel mai larg al cuvîntului, acela de rezolvare de probleme, devine o componentă decisivă a procesului de realizare a acumulărilor. Abia prin realizarea acestor acțiuni pregătite prin cercetare se obține efectul dorit prin adoptarea deciziei centrale de acumulare. Raționalitatea ratei de acumulare depinde de raționalitatea acțiunilor economice.

Acest lucru se cuvine subliniat în mod expres datorită faptului arătat în documentele de partid că unii factori de decizie, avînd dreptul de a hotărî soarta unor importante resurse economice, pot cădea pradă înclinației de a adopta decizii insuficient de bine fundamentate, îmboldiți fiind chiar și de intențiile cele mai bune. O insuficientă informație privind eficiența dimensiunilor mari poate duce la decizii de investiții supradimensionate, dragostea de frumos, la excese arhitecturale într-un moment în care utilul primează încă asupra frumosului. În alte cazuri înclinația de a realiza lucruri trainice este în contradicție cu spiritul progresului tehnic actual, care impune schimbări continue chiar dacă acestea sînt infinitezimale cînd sînt raportate la o unitate de timp mică.

În general vorbind, dificultatea cea mai mare provine din faptul că decidenții trebuie să-și exercite atribuțiile în condițiile unui deficit de informație. Acest deficit afectează și deciziile privind viitorul apropiat, dar este cu atît mai important atunci cînd vizează un viitor mai îndepărtat. Deci decidentul este pîndit la tot pasul de pericolul de a comite erori. Din acest punct de vedere acțiunea economică adaptivă constă tocmai în corectarea continuă a erorilor, în recepționarea continuă de informație nouă și în adoptarea de noi decizii. În felul acesta activitatea decizională este o activitate continuă.

Tot din acest punct de vedere erorile economice nu sînt definitive. Definitive sînt doar pierderile provocate

de durata şi amploarea acţiunii eronate, precum şi cele prilejuite de corectarea greşelii. De aceea este importantă capacitatea de reacţie la informaţia nouă, capacitatea de a interpreta corect această informaţie, atît din punctul de vedere al situaţiei imediate, cît şi din cel a tendinţelor pe termen lung. Căci ceea ce este eronat dintr-un punct de vedere poate fi corect din celălalt şi invers. În acest context se conturează importanţa informaţiei prognostice.

Nici o decizie economică nu se adoptă pentru eternitate. Permanentă este numai adaptarea la un mediu economic viu, în cotidiană schimbare.

Economiile dimensionale și varietatea necesară de procese și produse

Literatura economică este de multă vreme preocupată de problema economiilor dimensionale. În general, se admite că creşterea dimensiunilor proceselor tehnologice şi produselor implică o mărire a eficienţei sub toate aspectele sale. Desigur, s-a observat foarte curînd că aceste dimensiuni nu trebuie să crească dincolo de volumul cererii la produsul respectiv, că, dacă piaţa se întinde dincolo de o anumită arie geografică, cheltuielile de transport anulează parţial şi pînă la urmă integral economiile datorate creşterii volumului producţiei şi, ca atare, un proces tehnologic nu trebuie să aibă o dimensiune oricît de mare, ci una „optimă". Consecinţa a fost, fireşte, trecerea la căutarea unor metode de calcul al acestui optim. Aceste căutări continuă şi astăzi, fără să se fi ajuns la o metodă generală și aplicabilă. Este greu de presupus că se va găsi vreodată o metodă generală de determinare a dimensiunilor optime ale fiecărui proces tehnologic; fiecare produs în relaţiile sale cu beneficiarii are dimensiunea sa optimă proprie. Metodele elaborate au o anumită utilitate, numai că aceasta poate fi pusă în valoare numai dacă metodele sînt aplicate cu o intuiţie dezvoltată rezultată din experienţă, ceea ce înseamnă că, de fapt, metodele respective nu sînt decît un mijloc auxiliar al empiriei. Ele nu dau rezultate univoce.

Motivul care a impus atenţiei producţia în serie mare ca aspect important al problemei dimensionalităţii constă în aceea că ea permite o utilizare completă şi intensă a

timpului de lucru, ea putînd fi executată continuu, zi și noapte, întrucît nu sînt necesare modificări tehnologice. Chiar dacă avem în vedere fabricarea unor obiecte discrete, procesul tehnologic se aseamănă cu o curgere continuă de lichid printr-un canal, întrerupt de ecluze care se închid și se deschid ritmic. De fapt, producţia în serie mare, în procese organizate în flux este una din cauzele marii eficienţe a industriei moderne.

Dar trebuie avut în vedere faptul că producţia în serie mare, în flux continuu este, în primul rînd, o problemă tehnologică. Este o problemă de organizare, de coordonare, de sincronizare a unui mare număr de operaţii executate de un număr mare de maşini, de un număr mare de oameni, ceea ce pune probleme tehnice dificile şi multiple. În industria mecanică, de exemplu, producţia în serie mare presupune o adîncă specializare a producţiei, fiecare organ de maşină trebuind să fie produs separat, de obicei tot în serie mare. La acest mod de producere, gradul de similitudine al organelor care urmează să intre în produse finale identice este o problemă fundamentală. A realiza însă obiecte identice prezintă, ce e drept, avantajele de care am vorbit mai sus, dar în acelaşi timp ridică probleme noi ca, în termeni generici vorbind, costul lor. Dată fiind relativa complexitate chiar şi a proceselor celor mai simple şi mai ales datorită complexităţii maşinilor cu care se execută aceste operaţii, dimensiunile obiectelor produse nu pot fi identice, ci ele se împrăştie în jurul unor valori presupuse medii (în jurul cărora are loc o dispersie a dimensiunilor realizate). Se ştie că această dispersie în tehnică se numeşte toleranţă. Admiterea toleranţelor trebuie să aibă loc însă în anumite limite precise. În industria constructoare de maşini, respectarea toleranţelor este o preocupare majoră a tuturor participanţilor la procesul de producţie. În condiţiile actuale în multe ramuri ale industriei mecanice toleranţele admise sînt mai mici decît o miime de milimetru. Evident că maşinile care realizează o asemenea performanţă nu pot fi ieftine. La aceasta se adaugă faptul că pierderea capacităţii de a menţine toleranţele este un fenomen de uzură care se instalează înaintea altora.

Organizarea în flux a pus în evidenţă şi alte probleme care au dus treptat la o integrare a maşinizării şi la automatizarea unor sisteme de maşini, ceea ce reprezintă rezultatul unei succesiuni de invenţii.

Coordonarea strînsă între maşinile integrate în linia automată duce la situaţia în care aceasta nu poate produce în cantităţi mari decît un singur produs. Seria este foarte mare, costul de producţie unitar este redus.

Deşi există limite tehnice şi organizatorice ale producţiei în serie mare, limita principală este cea economică. Atît populaţia cît şi alţi producători (în cazul producţiei în serie a mijloacelor de producţie) cer nu numai produse ieftine, dar şi produse adecvate nevoilor lor. Reducerea costului sau creşterea productivităţii muncii nu este un scop în sine, ci se raportează la valoarea de întrebuinţare produsă. De exemplu, în cazul automobilelor, tehnica şi organizarea economică modernă permit producerea unor automobile al căror cost nu este decît o fracţiune din preţul unui automobil mijlociu.

Valoarea de întrebuinţare a unui produs care satisface un anumit tip de nevoie fundamentală are la fiecare moment dat o minimă necesară într-un mod analog cu minimul de rezistenţă. Această „valoare de întrebuinţare minimă" evoluează în timp şi în multe cazuri este dată instituţional. Astfel, legiuitorul din aproape toate ţările impune producătorilor de autovehicule anumite condiţii minime de siguranţă în exploatare. Astfel, după cum se ştie, automobilele trebuie în mod obligatoriu echipate cu un anumit gen de sisteme de semnalizare, de reducere a zgomotelor; iar în ultimul timp a început să se impună autovehiculelor limite foarte severe în ceea ce priveşte cantitatea de produse de ardere emise în atmosferă. Toate acestea sînt impuse de o situaţie obiectivă dată de numărul mare de vehicule în circulaţie, deci de un factor social. Respectarea acestor condiţii replică adausuri la costul de producţie. Creşterea seriilor de producţie a dus în acest caz nu numai la scăderea costului, dar a generat ea însăşi factori care determină creşterea costului. La rîndul său aceasta a stimulat apariţia unui număr de mari producători şi a unei puzderii de mici productori de piese auto.

Dar, la un moment dat, principalul factor care limitează seria mare este varietatea cerută sau varietatea necesară de produse dintr-o anumită clasă. Nu este suficient ca un strung să aibă un preţ redus, dar şi exploatarea lui trebuie să fie economicoasă. Or, aceasta depinde de condiţiile concrete de exploatare. Există o tentaţie puternică de a crea capacităţi productive la care costul de operare unitar să fie minim. Dar întreg acest avantaj se pierde dacă maşina nu poate fi exploatată un minimum de timp. În acest din urmă caz, calculul poate dovedi că este mai eficient să se utilizeze un strung cu un cost unitar mai ridicat dar care poate funcţiona timp mai îndelungat. Iată de ce este necesară o anumită varietate de strunguri cu capacităţi mai mari şi cu capacităţi mai mici, cu precizii mai mari şi cu precizii mai modeste. De aceea marea majoritate a producătorilor de maşini-unelte nu lucrează pentru stoc, ci numai la comandă. Producţia în serie mare pentru stoc, în aşteptarea unor clienţi viitori, i-ar ruina.

Producţia în serie mare s-a impus la producţia unor maşini, bunuri de consum. Într-adevăr, achiziţionarea unor maşini de uz casnic, maşini a căror funcţionare nu numai că nu aduce nici un venit, dar solicită în măsură uneori foarte mare bugetul unei familii, trebuie să fie foarte ieftină. De aceea, mai ales într-o fază inferioară de dezvoltare economică, consumatorul acceptă uniformitatea pentru a intra în posesia unei asemenea maşini, indiferent de calităţile estetice. Modelul T al lui Ford a fost un succes, tocmai pentru că producţia apela la consumatori cu venituri relativ scăzute. În momentul în care veniturile americanilor au mai crescut, acest model produs mulţi ani de-a rîndul era să-l ruineze pe marele industriaş, din simplul motiv că concurentul său principal, General Motors, a intuit că publicul ar fi dispus să plătească un preţ ceva mai ridicat pentru o varietate mai mare de maşini, cu un aspect mai atrăgător. Atunci s-a impus obiceiul schimbării periodice a modelelor după o strategie care, cedînd unele din avantajele seriei mari, a început să ofere o varietate mai mare. Acelaşi lucru se întîmplă şi cu celelalte maşini de uz personal sau familial.

Poziţia seriei mari este puternic limitată şi de schimbarea în timp atît a gusturilor populaţiei cît şi a tehnologiei la cei care utilizează maşinile productive fabricate în serie. Un produs nu poate fi fabricat în serie decît un timp limitat, această limită neputînd fi anticipată.

Ştiinţa economică a elaborat şi preţioasa noţiune a *economiilor externe* : o întreprindere constructoare de maşini adaugă la efectele sale proprii efectele obţinute de industria siderurgică, efectele progresului în domeniul transporturilor şi telecomunicaţiilor, efectele datorate întreprinderilor care au produs utilajul cu care lucrează unităţile considerate, efectele ştiinţei şi ale cercetării tehnologice, precum şi altele, a căror enumerare şi analiză extensivă nu ne preocupă în locul acesta. Efectele externe sînt un concept spaţial şi se au în vedere la un moment dat. Le putem pune în corespondenţă o noţiune analoagă dată în timp pe care am putea s-o numim *efecte istorice*, adică efectele pe care şi le încorporează o întreprindere productivă, datorate activităţilor din momente anterioare. Economiile istorice pot fi şi ele interne şi externe. Economiile istorice interne nu pot data dinainte de naşterea întreprinderii considerate. Înainte de acest moment, toate economiile istorice sînt economii istorice externe. Efectul de „learning by doing'' poate fi considerat ca un caz particular al efectelor istorice.

Nu putem continua această discuţie în vederea precizărilor conceptuale, dar în acest context dorim să subliniem legătura dintre economiile dimensionale şi economiile externe, întrucît aceasta ne va conduce la o concluzie mult mai importantă. Dacă alăturăm cele două concepte, cel al economiilor dimensionale şi cel al economiilor externe, observăm că economiile dimensionale nu se pot realiza decît pe baza unor efecte provenite din exteriorul unei unităţi productive. O creştere a dimensiunilor producţiei presupune (în afară de creşterea volumului nevoilor) o serie de condiţii. Crearea acestora nu depinde de unitatea respectivă : ea trebuie să le găsească gata elaborate de alte domenii de activitate. Creşterii dimensiunilor trebuie să-i corespundă modificări în condiţiile externe, pe care le-am amintit mai sus, în domeniul cercetării, al calificării, al organizării, al materiilor prime şi al materialelor, al

infrastructurii etc. Chiar şi volumul cererii la multe produse nu este determinat pur şi simplu de nivelul puterii de cumpărare a beneficiarilor, ci depinde de o serie de condiţii necesare pentru utilizarea în proporţii mari a produselor întreprinderii care realizează economii dimensionale. Creşterea numărului de automobile cumpărate depinde de reţeaua de drumuri şi de servicii etc., creşterea numerică a cererii de avioane implică aeroporturi cu o capacitate mai mare, o capacitate mai mare de coordonare a traficului etc. Dacă ne referim la dimensiunile fizice ale avioanelor, exploatarea avioanelor de mare capacitate depinde de existenţa unor piste de aterizare adecvate, ca şi de o mulţime de alte condiţii tehnice, economice, sociale, organizatorice, ecologice etc.

Legătura dintre economiile dimensionale şi condiţiile externe ne sugerează ideea de importanţă principială că problema dimensiunilor „optime'' ale proceselor tehnologice şi ale produselor nu poate fi rezolvată la nivelul unei singure unităţi de producţie, la nivelul unui singur proces tehnologic sau la nivelul unui singur produs. Această căutare a unei soluţii locale, microeconomice, are şanse limitate deoarece orice proces de producţie industrial, orice proces economic nu este decît un element al sistemului industrial şi, într-o viziune mai largă, al sistemului economic în ansamblu. Această constatare ne conduce la ideea că *economiile dimensionale din industria modernă sînt un rezultat al dimensiunilor întregului sistem economic*, iar economiile dimensionale locale, în măsura în care le putem identifica cu precizie şi izola de economiile externe se realizează numai prin condiţiile create de întregul sistem. Economiile dimensionale sînt rezultatul funcţionării întregului sistem economic şi nu ale unei unităţi productive sau ale alteia.

Numai astfel ne putem explica de ce în economiile naţionale cele mai dezvoltate, un număr redus de întreprinderi foarte mari sînt integrate într-o ambianţă formată dintr-un număr uriaş de întreprinderi pitice, mici, mijlocii etc. În întreprinderile mici se realizează, de asemenea, economii dimensionale, întrucît multe dintre ele produc în serie mare şi în masă produse simple, mici, necesare marilor întreprinderi sau consumatorilor indi-

viduali. Datele privind unele ramuri industriale din ţările dezvoltate arată că relativ puţinele întreprinderi mari, în special în industria constructoare de maşini, îşi realizează economiile dimensionale tocmai datorită faptului că achiziţionează de la subcontractanţi cea mai mare parte a pieselor şi subansamblelor din care se montează în întreprinderea mare produsul finit. Partea achiziţionată sau executată prin cooperare reprezintă o jumătate sau chiar mai mult din valoarea produselor finite.Unii fabricanţi de piese şi subansamble au devenit şi ei mari producători.

Datele existente ne permit să vorbim de o diviziune dimensională a muncii sociale. Unele produse se fabrică, datorită în mare parte naturii lor tehnologice, în unităţi de producţie mari; altele într-o gamă dimensională largă, cuprinzînd unităţi de producţie de diferite mărimi.

Economiile dimensionale evoluează şi în timp. Noile sisteme tehnice rezultate din inovaţii se produc, de regulă, în unităţi mici. Cu timpul, devenind tradiţionale, dintr-un număr mai mare de întreprinderi mici se selecţionează mari producători care realizează economii dimensionale „pure''. Ramurile de producţie care au apărut şi s-au dezvoltat după cel de-al doilea război mondial (de exemplu industria chimică sau cea electronică) formează exemple de creştere rapidă a dimensiunilor, dar şi de accentuare a specializării, de supravieţuirea unor întreprinderi mici.

În cadrul diviziunii dimensionale a muncii din ţările dezvoltate, se creează o *interdependenţă dimensională*, o complementaritate, o diviziune a muncii de natură dimensională, care difuzează principiile de optim în „porii'' sistemului economic, pentru a folosi o expresie plastică a lui Marx.

Diviziunea dimensională a muncii, coexistenţa întreprinderilor de diferite mărimi pe baza tehnologiei moderne oferă un tablou deosebit de procesul de ruinare a micilor producători de care au vorbit Marx şi alţi economişti din secolul al nouăsprezecelea. Micii producători din secolul trecut erau ruinaţi de marea întreprindere capitalistă din cauză că aveau o bază tehnică perimată, pentru că ei înşişi reprezentau, din punct de vedere tehnic şi economic, un mod desuet de a produce. Mica întreprindere con-

temporană este o întreprindere de un cu totul alt tip; ea corespunde întru totul exigenţelor tehnice şi economice moderne, adeseori aflîndu-se pe avanposturile progresului tehnic şi promovîndu-l mai ales în cazurile unor sisteme tehnice nou inventate.

Desigur că în capitalism, întreprinderile mici şi mijlocii trăiesc într-un mod periculos, unele dintre ele asumîndu-şi riscuri mult mai importante decît unităţile de producţie mari. În populaţia întreprinderilor mici, atît natalitatea, cît şi mortalitatea sînt mult mai ridicate decît în rîndul celor mari. În sistemul economic ele îndeplinesc în mod obiectiv o serie de funcţii de sacrificiu: ele alcătuiesc pionii de pe eşichierul economic, sînt cobai de experimentare a unor soluţii tehnice, economice şi organizatorice noi. Ele sînt şi un obiect special de exploatare de către întreprinderile mari, fiind primele care suportă şocurile conjuncturii şi care suferă pierderile cele mai mari

Pe de altă parte nu trebuie trecute cu vederea o serie de aspecte pozitive ale stabilimentelor industriale de dimensiuni mici: ele pot fi amplasate în localităţi mici, în „oraşe unde nu se întîmplă nimic'' sau în zone cu un mediu mai agreabil, atenuînd problema ecologică etc. Ele contribuie printr-un efect capilar la mobilizarea unor resurse, mai ales de muncă, dispersate. În felul acesta ele contribuie la omogenizarea gradului de industrializare a unei ţări. Iată de ce, cercetînd statistica oricărei ţări dezvoltate, vom constata că întreprinderile mici şi mijlocii joacă un rol incomparabil mai important decît ne-am putea închipui judecînd după ideea economiilor dimensionale locale. Avantajele pozitive ale acestui tip de stabilimente se realizează mai bine atunci cînd ele sînt încadrate în organizaţii economice puternice. Chiar şi subcontractarea este o formă de încadrare a lor în organizaţii mari.

Unul din principiile tehnologice cele mai importante de rezolvare a antagonismului dintre seria mare şi varietatea necesară este principiul modular de proiectare şi de organizare a producţiei căruia, din păcate, în literatura noastră economică nu i s-a acordat atenţia cuvenită. Aceasta constă din elaborarea unei asemenea concepţii generale de proiectare, încît *dintr-un număr redus de organe şi subansamble fabricate în serie mare, să se poată*

asambla o anumită varietate de produse diferite. Întrucît în multe ramuri ale industriei constructoare de maşini principiile funcţionale sînt similare şi perene, unele din aceste subansambluri pot fi fabricate timp mult mai îndelungat decît produsele finite în care acestea sînt incorporate iar producţia lor poate fi concentrată în uzine specializate. Unii mari producători îşi organizează producţia în aşa fel încît dintr-un număr limitat de subsisteme oferă o gamă variată de produse finite. În felul acesta ei aplică în mod deliberat un principiu general al tehnicii care s-a format în mod spontan şi de care ne-am ocupat în prima parte a acestei cărţi.

Existenţa alături de întreprinderile mari a unui număr însemnat de întreprinderi mai mici chiar şi în ţările cele mai dezvoltate şi mai mari (S.U.A., R.F.G. etc.) nu poate fi explicată altfel decît prin factori care sînt mai importanţi pentru eficienţa economică. Produsele nou inventate nu pot fi lansate de la început din întreprinderi uriaşe din simplul motiv că nu se pot risca fondurile unor asemenea întreprinderi pentru producerea unui produs despre care nu se ştie dacă va fi acceptat. De regulă nu există nici capacitatea organizatorică necesară fabricării unui produs nou pe scară mare, căci şi aceasta poate fi mărită numai în timp, printr-un proces de învăţare. Dar principalul motiv este nevoia de specializare. În primul rînd specializarea permite fabricarea în serie mare. La produsele de dimensiuni reduse şi cu o configuraţie simplă, producţia în masă se poate realiza uneori la o singură maşină modernă. Am fi însă unilaterali dacă am reduce specializarea la mărimea seriei, chiar în cadrul unei întreprinderi mici. Trebuie în primul rînd să avem în vedere sensul uman al specializării, mai ales din punctul de vedere al competenţei. După cum atunci cînd ne referim la indivizi, înţelegem prin specialist pe omul care cunoaşte foarte bine un domeniu restrîns şi bine delimitat de activitate, tot astfel o întreprindere specializată este una care nu numai că fabrică în serie mare anumite produse, dar se şi pricepe să le fabrice bine şi să le modifice conform nevoilor. Sistemele tehnice contemporane, mai ales în industria constructoare de maşini, sînt atît de complexe, încît nu este suficientă cunoaşterea temeinică a maşinilor

fabricate în ansamblu ; se cere cunoaşterea aprofundată şi exercitarea cu înaltă competenţă a proceselor de producţie la fiecare categorie de piese în parte. Pe de altă parte, maşinile moderne nu pot fi exploatate raţional fără existenţa permanentă a unui stoc de piese de schimb. Producţia specializată a pieselor este o condiţie pentru existenţa permanentă a stocurilor de piese de schimb.

Una din caracteristicile esenţiale ale industriei constructoare de maşini din toate ţările dezvoltate este existenţa unui sector specializat producător de organe şi subansamble de maşini şi a unor întreprinderi specializate în unele operaţii tehnologice. Ponderea acestui sector este foarte mare, judecînd după unele date indirecte. Acest sector este format din organizaţii şi stabilimente de toate dimensiunile. Alături de unele firme de talie internaţională îşi desfăşoară cu succes activitatea zeci de mii de întreprinderi mijlocii şi mici specializate, de exemplu, în producţia de şaibe, de garnituri de etanşare, de accesorii pentru aparate electrocasnice, de arcuri, de diferite produse mărunte din sîrmă, roţi dinţate, angrenaje etc. În acest context nu poate fi trecută cu vederea producţia specializată de motoare. Astfel firma americană „Perkins'' din Anglia produce anual multe sute de mii de motoare Diesel, pe care le livrează aproape tuturor producătorilor de maşini agricole din Europa şi, în primul rînd, firmei Ferguson de care ea depinde. Specializarea în industria constructoare de maşini modernă este un aspect atît de caracteristic acestei ramuri, încît este de mirare că în literatură el se bucură de atît de puţină atenţie.

În ţara noastră, aflată încă în plină desfăşurare a procesului de industrializare, este firesc să se acorde o importanţă specială unităţilor productive de mari dimensiuni, capabile să aducă economii dimensionale imediate, unităţi relativ puternice capabile să se angajeze în competiţia internaţională. Dar pe măsura progresului industrializării, nevoia şi a unor unităţi de producţie de dimensiuni mai mici specializate pentru exercitarea unor funcţii specifice s-a făcut simţită sub diferite aspecte. Se ştie că la indicaţiile conducerii partidului, ale secretarului general al partidului, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, pe lîngă

institutele de cercetare şi proiectare s-au creat unităţi de microproducţie destinate să pună în aplicare soluţiile tehnice noi imaginate de institutele de proiectare. Producţia atelierelor de autoutilare este o altă formă de organizare a unei producţii de proporţii mai mici, destinată să acopere nevoi urgente de utilaj din producţie proprie. Este de presupus că, cu timpul, prin procesul de învăţare, din numărul total de secţii de autoutilare se vor selecţiona unele care vor putea deveni întreprinderi independente de mare eficienţă, care se vor dezvolta. De asemenea, strîngerea relaţiilor de cooperare dintre întreprinderile de subordonare republicană cu întreprinderi ale industriei locale reflectă nevoia ca întreprinderile mari să fie servite de întreprinderi mici, specializate şi îndrumate de primele, din punct de vedere tehnic şi economic, putînd deveni unităţi moderne. Treptat se dezvoltă producţia specializată de piese şi subansamble, cum este producţia de echipament electric auto, cea de baterii auto, cea de accesorii pentru maşini-unelte etc. Desigur că, cu timpul, se va accentua nevoia tehnologică a unor producţii specializate de piese, subansamble, substanţe chimice, de servicii productive de dimensiuni mari, mijlocii şi mici, care vor completa, vor rotunji structura productivă de bază, formată din marile unităţi de producţie.

Rădăcinile ideii de economii dimensionale sînt însă mai adînci decît nivelul întreprinderii. Ele pornesc de la structura corpurilor fizice, de la maşini, recipiente etc.

La originea ideii de economii dimensionale stă ideea geometrică după care volumul unui recipient creşte mai repede decît suprafaţa sa şi, ca atare, pe măsura creşterii volumului, cheltuielile de material constructiv pe unitatea de volum scad, potrivit unei legi geometrice. Dar aici trebuie să nu trecem cu vederea reversul dat de alte relaţii fizice elementare cunoscute încă de Galileo Galilei: „Se poate observa cu uşurinţă imposibilitatea de a se mări structurile la dimensiuni enorme atît în artă, cît şi în natură, ca şi imposibilitatea de a se construi corăbii, palate sau temple de dimensiuni imense aşa fel ca vîslele, curţile, stîlpii, buloanele de fier şi, pe scurt, toate celelalte părţi ale lor să se ţină laolaltă; nici natura nu poate da naştere

unor copaci de mărime extraordinară, deoarece crengile lor s-ar prăbuşi sub propria lor greutate...''[1].

Există şi alte legi fizice şi din alte domenii ale ştiinţelor naturii care împiedică, la un moment dat al cunoştinţelor tehnologice, creşterea dimensiunilor sistemelor tehnologice peste o anumită limită.

Astfel, în U.R.S.S. s-a calculat că, în energetică, trecerea de la turbinele de **10 000 MW** (1913) la cele de **25 000 MW** (1928) a fost însoţită de o creştere de cinci ori a randamentului termic; în cazul trecerii de la turbinele de 150 000 MW (1953) la cele de 200 000 MW (1960) sporul de randament termic n-a mai fost decît de 9,1 %. În aceeaşi sursă se arată că odată cu creşterea capacităţii maşinilor, se înrăutăţeşte gradul lor de utilizare[2].

Există, aşadar, factori fizici, tehnici şi economici care limitează creşterea dimensiunilor producţiei şi ale produselor. Restricţiile tehnice pot fi relaxate prin invenţii: se pot elabora materiale cu o rezistenţă mai ridicată, surse de energie mai concentrată, se pot calcula mai precis interacţiunile dintre elementele sistemului. Prima problemă economică care se ridică aici este costul la care se poate realiza acest lucru. A doua este efectul obţinut. Or, efectul depinde în primul rînd de posibilitatea de realizare a mărfurilor produse în serie mare sau la dimensiuni mari. Problema realizării se pune nu numai pentru un singur an, ci pentru întreaga perioadă de funcţionare a utilajului de dimensiuni mari care, după cum arată experienţa ţărilor dezvoltate, în multe cazuri depăşeşte 20 de ani. În acest timp, natura cererii produselor se schimbă uneori radical, ducînd în mod inevitabil la anihilarea unei părţi din valoarea înmagazinată în utilaje. Schimbarea naturii cererii este factorul principal care impune sistemului, industrial nu numai simpla eficienţă tehnică („productivitatea muncii''). Noţiunea de eficienţă conţine şi

[1] GALILEO GALILEI, *Două ştiinţe noi*. Citat după S. I. TIMOSHENKO, *History of Strenght of Materials*, McGraw Hill, New York, 1953, p. 113. Acelaşi citat este reluat pentru consideraţii la un nivel teoretic mai înalt de către G. Georgescu-Roegen. (*The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge (Massachussets), 1971.)

[2] *Vezi Naucino-tehniceskii progress i effektivnosti obşcestvennogo proizvodstva*, Nauka, Moscova, 1972, p. 104—105.

pe cea a adaptabilității sistemului la condițiile schimbătoare ale mediului. Pe bună dreptate remarca Emilian Dobrescu : „gradul de adaptabilitate a industriei constructoare de mașini la nevoile deosebit de dinamice ale producției moderne este un parametru esențial al potențialului economic''[1].

Și alți factori de natură economică sau tehnico-economică limitează eficiența dimensiunilor mari, dificultățile de coordonare cu activitățile conexe, dificultățile de conducere a unor organizații mari la a căror bază stau procesele tehnice de dimensiuni mari.

Dat fiind faptul că în lumina celor de mai sus, problema dimensiunilor producției pare a se reduce la o extremizare a unei funcții cu restricții, se pune problema identificării funcției scop și a restricțiilor. Or, în cele mai multe cazuri factorii care acționează sînt de natură atît de complexă încît identificarea tuturor acestor funcții devine imposibilă și sîntem nevoiți să ne mulțumim cu reflecția filozofică a lui H. Simon: „Oridecîteori ne apucăm să proiectăm sisteme atît de complexe cum sînt orașele, clădirile sau sistemele economice, trebuie să renunțăm la încercarea de a crea un sistem care să optimizeze o ipotetică funcție de utilitate. Dimpotrivă, trebuie să ne gîndim dacă nu cumva amintitele deosebiri de stil nu sînt variații foarte dezirabile ale procesului constructiv...''[2].

Desigur, o asemenea reflecție nu trebuie luată *ad litteram*, în sensul că trebuie abandonată orice tentativă de optimizare. Dar, atunci cînd nu putem cuantifica toți factorii relevanți, nu avem altă soluție decît aceea, după ce am identificat toți factorii cuantificabili, de a ne bizui pe intuiție, experiență și, în cele din urmă, pe o decizie eroică. În nici un caz nu ni se pare obligatoriu ca același proces tehnologic, implantat într-un mediu diferit, să fie dimensionat după aceeași rețetă.

Dar în legătură cu vasta tematică a dimensiunilor proceselor tehnologice nu putem să nu constatăm larga răs-

[1] Emilian Dobrescu, *Ritmul creșterii economice*, Editura politică, București, 1968. p. 223.

[2] H. Simon, *Nauki ob iskusstvennom*, Mir, Moscova, 1972, p. 93.

pîndire în sistemul tehnologic al societății moderne a tendinței majore de miniaturizare în sensul cel mai larg, adică de reducere a dimensiunilor la minimum față de funcția îndeplinită[1]. La urma urmei, în tehnică, poate mai mult decît în alte domenii de activitate, omul este măsura tuturor lucrurilor.

Un exemplu cras de risipă dimensională pe scară de masă sînt automobilele americane în raport cu cele fabricate în Europa. În dorința de a realiza profituri cît mai mari, prin menținerea unor prețuri ridicate ale vehiculelor și printr-un consum ridicat de carburanți, apelînd la o înclinație spre un confort cît mai mare și spre crearea unui fals prestigiu prin consum ostentativ, după o expresie devenită clasică a lui Thorstein Veblen, fabricanții de automobile din S.U.A. au lansat pe piață ani de-a rîndul vehicule supradimensionate. Eroarea strategică fundamentală a acestei politici a fost învederată de actuala criză a petrolului.

Dimensiunea mică este căutată în mod deliberat și se realizează de multe ori printr-o invenție de principiu. Astfel, în producția de bunuri de consum durabile este mai veche tendința de a se realiza obiecte „de buzunar" sau portative: aparate de radio la dimensiunile unei brichete, aparate de fotografiat minuscule, televizoare portative, mașini de gătit transportabile în port-bagajele mașinilor etc. Necesitatea unor obiecte tehnice portative este răspîndită în multe procese tehnice industriale, agricole, comerciale, de transport etc.

[1] „Printre tendințele cele mai recente în proiectarea produselor se numără și cea de miniaturizare. Termenul înseamnă mai mult decît tendința de reducere a dimensiunilor și a greutății. Miniaturizarea îmbracă mai multe forme: o performanță mai mare realizată cu aceeași dimensiune și greutate, performanțe mult mai bune cu o creștere neînsemnată a mărimii și greutății, schimbarea de formă și reducerea dimensiunilor și greutății fără pierderi în ceea ce privește funcția îndeplinită". (LAWRENCE L. BETHEL, *Industrial Organization and Management*, McGraw, Hill, New York, 1968, p. 138.) Autorul citat arată și profundele modificări în sistemul industrial pe care le aduce cu sine procesul de miniaturizare, schimbările de concepție, de mentalitate, de organizare, de raporturi între costuri, de transformare a mediului de lucru. Întreagă această tendință este contagioasă și pretinde tehnici, calificări, materiale, atitudini față de proiectare, producție și performanțe noi. (*Ibidem*, p. 139.)

Dar chiar la scară industrială, tendinţa de a se produce pe acelaşi spaţiu construit o producţie maximă impune constrîngeri constructorilor de maşini. O maşină mai mare decît este strict necesar nu risipeşte numai materialul din care este construită, energia cu care este acţionată, ci şi spaţiul în care este instalată. Alteori, dimensiunea mică este o condiţie a dimensiunii mari sau, mai precis, un sistem mare este practicabil numai dacă este alcătuit din elemente de dimensiuni fizice cît mai mici. Trecerea celor trei generaţii de calculatoare este o ilustrare pregnantă a tendinţei de miniaturizare ca o condiţie necesară pentru dimensiuni mari şi pentru realizarea practică a unor performanţe tehnice ridicate[1].

La urma urmei, după cum am văzut, progresul tehnic constă tocmai în concentrarea unor cantităţi cît mai mari de substanţă şi energie pe un spaţiu cît mai mic sau într-un interval de timp cît mai scurt.

Între tendinţa de creştere a dimensiunilor şi tendinţa spre miniaturizare acţionează o dialectică contradictorie imposibil de redus la un principiu simplu, poate cu excepţia principiului maximului de rezultat al funcţionării sau maximului de utilitate pe unitatea de timp şi spaţiu. Dar funcţia şi utilitatea sînt noţiuni prea vagi pentru ca din ele să se extragă indicaţii directe pentru un mod general de a proceda. Tehnologia este un fenomen social şi trebuie să satisfacă o mare varietate de nevoi sociale cu o mare varietate de mijloace.

Discuţia noastră de mai sus nu urmăreşte să ne facă să nu ţinem seama de unele tendinţe de creştere a dimensiunilor mai ales în ceea ce priveşte unele produse şi maşini : am asistat în ultimii ani la o creştere importantă a tonajului navelor, mai ales mineraliere şi petroliere ; în prezent se observă o tendinţă puternică de creştere a puterii motoa-

[1] ,,Prin progresul tehnicii de calcul şi al aplicării unor elemente noi, compacte şi afectate de o inerţie redusă, nu se urmăreşte numai să se asigure o mare rapiditate în funcţionarea maşinilor, dar şi să se mărească fiabilitatea, să se reducă gabaritele, să se mărească volumul memoriei şi să se automatizeze identificarea şi corectarea erorilor". (A. I. Lerner, *Naceala kiberneliki*, Nauka, Moscova, 1967, p. 202.) În acest scurt citat, pe baza unui exemplu contemporan, se ilustrează unele din principalele tendinţe ale evoluţiei pe termen lung a tehnicii.

relor şi gabaritelor autocamioanelor, o accentuare pronunţată a cererii de tractoare cu puteri mai mari, o creştere a capacităţii de transport şi a vitezei aeronavelor de pasageri etc. O serie de ramuri industriale se caracterizează, prin natura lor, prin necesitatea unor capacităţi fizice economice de mari dimensiuni. Este vorba, după cum se ştie, de industria siderurgică, de cea a prelucrării ţiţeiului, de un număr de subramuri ale industriei chimice, de majoritatea ramurilor extractive etc. Se pot cita activităţile de ansamblare a unor maşini cu cerere mare, cum sînt autoturismele, autocamioanele, motoarele pentru autovehicule, bunurile de consum electrocasnice etc.

Trebuie, de asemenea, subliniată distincţia dintre dimensiunile formelor de organizare şi dimensiunile unităţilor fizice de producţie. Marile organizaţii industriale sînt, de regulă, alcătuite dintr-un număr mai mare sau mai redus de unităţi fizice de producţie de mărimi diferite. De exemplu, în unele ţări unele firme producătoare de autovehicule, în dorinţa de a-şi asigura o calitate înaltă a maşinilor-unelte, posedă fabrici proprii de maşini-unelte, care însă sînt distincte de procesul de bază. La o soluţie similară recurg şi unii producători de rulmenţi.

Aceste fapte arată că discuţia privind dimensiunile nu poate fi redusă la un singur principiu. Varietatea de condiţii tehnologice şi economice impune adoptarea în fiecare caz concret a unei soluţii concrete rezultată dintr-o analiză aprofundată a factorilor tehnologici, organizatorici, economici, interni şi externi, în raport cu unitatea de producţie respectivă. De asemenea, mărimea unităţilor de producţie este o funcţie de timp. O unitate de producţie de anumite dimensiuni îşi poate spori dimensiunile în timp. Construcţia în etape a unor întreprinderi industriale este unul din aspectele cele mai raţionale ale acestei evoluţii. Asimilarea primei etape creează condiţii favorizante pentru construirea etapelor următoare, atunci cînd cererea pentru produsul respectiv continuă să fie nesatisfăcută. Construirea în etape mai are şi un alt avantaj esenţial: ea reduce perioada de mobilizare a fondurilor, permiţînd

obţinerea primei producţii într-un termen mai scurt. În timpul construcţiei etapei următoare se obţin deja efectele productive ale etapelor anterioare. La aceasta se mai adaugă un factor esenţial : etapele următoare se pot realiza fiecare la nivelul tehnic al momentului construcţiei, în timp ce abordarea dintr-o dată a întregii capacităţi de producţie la întreprinderile foarte mari poate să imobilizeze nivelul tehnic al întregii unităţi la nivelul începerii construcţiei, astfel încît, în momentul terminării, utilajul în întregime sau produsul să fie învechit din punct de vedere tehnic.

Pe lîngă limitele de natură tehnică care se opun creşterii dimensiunilor proceselor tehnologice şi a mijloacelor cu care se realizează acestea, există şi una de natură prin excelenţă economică, pe care o vom dezbate în paginile următoare.

PROGRESUL TEHNIC ŞI VARIETATEA NECESARĂ DE PRODUSE ŞI PROCESE

Uniformitatea, adică producţia repetată a unor produse identice, ţine de esenţa tehnicii industriale, fiind baza producţiei în serie, a eficienţei acestei tehnici. Această eficienţă se realizează, după cum se ştie, pe calea ocolită a producţiei de mijloace de producţie cu ajutorul cărora se fabrică apoi, în serie mare şi în masă, bunurile de consum. La un moment dat al dezvoltării sistemului industrial şi în producţia de maşini se introduc principiile uniformităţii în asa fel încît şi aceasta beneficiază de avantajele repetabilităţii. Aceste constatări sînt indiscutabile.

Totuşi problema necesită o analiză, deoarece principiul uniformităţii nu poate fi absolutizat. Acest adevăr nu va fi nici el contestat de nimeni, dar merită să analizăm care sînt limitele uniformizării şi care sînt factorii care le determină. Ajungem astfel la o acţiune contradictoric a două grupe de factori : unii care acţionează în direcţia uniformizării proceselor şi produselor şi alţii care au drept urmare frînarea şi oprirea acestui proces sau chiar regresul acestuia.

Aşadar, privit dintr-o mai largă perspectivă istorică, progresul tehnic, printr-o dialectică complicată şi plină de nuanţe, măreşte şi reduce varietatea necesară a produselor şi proceselor. Generînd aproape continuu procese şi produse noi, progresul tehnic pare să mărească continuu varietatea în economie, în producţie, circulaţie şi repartiţie. Dar, în acelaşi timp, din interiorul său se nasc mereu forţe simplificatoare care reduc varietatea la nivelul necesar pentru a asigura eficienţa sistemului economic în ansamblu şi mai ales a sistemului său productiv prin aplicarea principiului economiilor prin repetare. Procedeele de reducere a varietăţii sînt strîns înrudite cu principiile de bază ale ştiinţei care se străduieşte continuu să reducă varietatea infinită a lumii înconjurătoare la un număr finit, mai precis la un număr redus de enunţuri, făcînd astfel informaţia infinită emisă de lumea înconjurătoare accesibilă capacităţii limitate a creierului uman. Un asemenea transfer de principii din ştiinţă în tehnică este firesc, dată fiind alimentarea continuă a tehnicii şi a agenţilor ei cu informaţii ştiinţifice.

În tehnică, varietatea provine din combinarea simplităţilor. În acelaşi timp, în mare parte datorită şi restricţiilor economice şi tehnice, progresul tehnologic acţionează în sensul simplificării continue a subsistemelor sale. Combinaţiile prea complicate necesare în prima etapă de funcţionare a unui sistem tehnic nou sînt treptat resimplificate prin reducerea ingenioasă a numărului de organe şi de funcţii intermediare. Se întîmplă ceva analog cu ceea ce cunosc cei care modelează fenomenele cu ajutorul modelelor matematice : la început, pentru reprezentarea fenomenelor pare necesară o formulă complicată, „monstruoasă'', pentru ca treptat, prin eforturi mai mult sau mai puţin intense de cercetare, formula să fie simplificată, devenind „elegantă'', cum le place matematicienilor să se exprime.

Căile de reducere a varietăţii sau, poate mai precis, de îngrădire a creşterii varietăţii sînt multiple. Una din ele provine de acolo că eficienţa proceselor industriale se datoreşte caracterului lor repetitiv. Produsele meşteşugăreşti sînt unice. De fiecare dată meşteşugul scoate la iveală un produs care este vizibil distinct de predecesorul său. Maşina însă trebuie să scoată produse cvasiidentice

pentru că însăşi funcţionarea ei rezultă din interacţiunea unor elemente rigide. Chiar dacă ea poate fi reglată în diferite chipuri, acest reglaj este costisitor : este de preferat ca odată maşina reglată, ea să producă un număr mare de obiecte identice. Evident că acesta este un mare avantaj atît timp cît aceste obiecte satisfac o nevoie socială.

Nevoia de a produce obiecte aidoma a ieşit puternic la iveală atunci cînd numărul de maşini s-a înmulţit şi cînd s-a constatat că unele organe de maşini se uzează mai repede decît celelalte şi că ele trebuie înlocuite. În secolul al XIX-lea a luat naştere producţia de organe de maşini înlocuibile şi ea a progresat şi progresează continuu, devenind una din activităţile tehnice fundamentale[1]. Producţia specializată de piese şi organe de maşini a devenit una din activităţile cele mai caracteristice ale industriei contemporane. La produsele de masă ale industriei constructoare de maşini cei ce trec drept producători nu sînt de fapt decît asamblatori ai unor organe achiziţionate sau primite de la producători de organe de maşini.

În felul acesta şi varietăţii posibile a sistemelor tehnice nou inventate i se pune o stavilă : inventatorul sau proiectantul este obligat să creeze sistemul său nou din organele, materialele şi resursele de energie existente. Numai în cazul în care sistemul tehnic inventat este atît de radical nou încît oferă avantaje suficiente pentru a se putea renunţa la standardele care îl îngrădesc, societatea admite încălcarea standardelor.

Reducînd libertatea inventatorului, standardizarea şi specializarea îl eliberează în acelaşi timp de sarcina de a inventa nu numai maşina pe care o are în vedere, dar şi toate organele sale componente. Impiedicînd o desfăşurare dezordonată a imaginaţiei creatoare, ea o eliberează însă în acelaşi timp de efortul de a inventa amănuntul care i se oferă în mod gratuit, ca un produs natural.

Nevoia de varietate îşi are originea în consumul elementar. Omul nu se hrăneşte cu substanţe chimice, cum sînt glucidele, lipidele, proteinele, vitaminele etc., aşa cum se

[1] Inventarea interşanjabilităţii este, de obicei, pusă în legătură cu numele mecanicului american Eli Whitney.

afirmă pe bună dreptate într-un anumit context, ci cu alimente concrete a căror înfăţişare şi compoziţie este dată de nevoia substanţelor menţionate mai sus, de nevoia unui anumit aspect organoleptic şi de tipul de cultură. Varietatea ţine de igiena alimentară şi o hrană uniformă, fie ea şi optimă din punct de vedere biochimic, poate fi dăunătoare organismului uman dacă este consumată mereu în aceeaşi formă. Acelaşi lucru se poate spune şi despre vestimentaţie. Cu cîteva feluri de ţesături s-ar putea acoperi integral nevoia fundamentală de vestimentaţie a tuturor oamenilor. Nevoi psihologice impun însă producţia unei varietăţi mult mai mari de ţesături decît cele de protecţie împotriva acţiunii factorilor ostili ai mediului.

Problema care se pune însă este dacă propensiunea de reducere a varietăţii prevalează asupra celei de mărire a ei sau invers. Argumente peremptorii sînt greu de adus. Totuşi, multe fapte converg spre observaţia că tehnica tinde spre o mărire controlată şi eficientă a varietăţii.

Din domeniul producţiei de bunuri de consum, nevoia de varietate se extinde asupra producţiei de mijloace de producţie. Varietatea devine necesară din multiple motive tehnologice. Sub aspect dimensional varietatea este necesară deoarece eficienţa potenţială a unei maşini de mari dimensiuni nu se poate realiza la numărul dat de produse iar cheltuielile suplimentare făcute pentru mărirea dimensiunilor ei nu se transmit asupra unui număr de produse suficient de mare pentru a putea fi recuperate. Eficienţa presupune şi o varietate calitativă. Motorul unui autocamion nu trebuie fabricat cu aceeaşi precizie ca motorul unui avion, chiar dacă ambele funcţionează pe baza aceluiaşi principiu. Gradul de puritate al unei substanţe chimice nu trebuie să fie acelaşi la diferite utilizări. Or, se ştie că, dincolo de anumite limite, mărirea gradului de puritate a substanţelor implică o creştere mai mult decît proporţională a costurilor de fabricaţie. De aceea, o industrie chimică fabrică aceleaşi substanţe cu grade diferite de puritate, ceea ce uneori implică folosirea unor procese tehnologice diferite, cu utilaj diferit etc. Acelaşi lucru îl putem observa de exemplu în cazul sistemelor optice. Lentilele aparatului de fotografiat destinate consumului de

masă se fabrică într-un mod complet diferit de cele destinate aparatelor fotografice de mare performanță.

Pe de o parte, progresul tehnic mărește performanțele calitative ale unor sisteme destinate unor funcții; raționalitatea tehnică și economică a impus principiul ca nici un sistem sau subsistem tehnic să nu fie realizat la un nivel calitativ mai înalt decît cel dat de funcția pe care urmează s-o îndeplinească efectiv sistemul tehnic respectiv. Se urmărește astfel o economie de performanță atunci cînd aceasta nu este necesară sau nu este încă necesară.

La toate acestea trebuie adăugată varietatea de funcții pe care trebuie să le îndeplinească sistemele tehnice bazate pe principii identice sau similare. Această varietate este prin ea însăși mare, dar progresul tehnic și economic tinde s-o sporească și mai mult.

În general vorbind, un automobil este un vehicul pe patru roți acționat de un motor cu ardere internă. Dar nevoile concrete de transport sînt atît de variate încît astăzi se fabrică cîteva zeci de tipuri fundamentale de automobile: autoturisme într-o gamă dată de veniturile diferitelor categorii de cumpărători, autobuze mici pentru transportul unui grup de persoane, autobuze mari pentru grupuri mai mari, autocamioane mici pentru transportul unor mărfuri pe plan local, autocamioane de diferite mărimi amenajate pentru transportul unor categorii de mărfuri, autobasculante, mașini speciale, cum sînt mașinile pompierilor, automobile pentru transportul bolnavilor etc.

Eficiența utilizării mașinilor depinde deci nu numai de costul cu care ele au fost fabricate, ci și de gradul în care ele sînt adaptate diferitelor nevoi tehnologice. De aceea, *varietatea reprezintă o valoare de întrebuințare colectivă a mărfurilor* și, ca atare, o condiție a eficienței lor în utilizare. Din punctul de vedere al economiei naționale, eficiența maximă se obține printr-un *compromis rațional între eficiența dată de uniformitate și cea dată de varietate.* Din acest punct de vedere varietatea poate fi adecvată, deficitară sau excedentară. Din păcate, dată fiind natura preponderent calitativă a varietății, nu o putem măsura cumva în general, ci trebuie să ne mulțumim cu ideea că fiecare agent al procesului de producție va face opțiuni

raţionale, că nimeni nu va cere maşini mai mari sau mai bune decît este nevoie pentru executarea funcţiei ce are de îndeplinit şi cu faptul că societatea va putea controla în mod eficient, prin reprezentanţi competenţi, eficienţa opţiunilor adoptate de agenţii individuali sau colectivi ai proceselor de producţie.

ÎNTRE SIMPLITATE ŞI COMPLEXITATE

„Automobilul modern este o magnifică monstruozitate... Sutele lui de piese constituie un regretabil compromis"[1].

A. D. MOORE

Probabil că a susţine că progresul tehnic este un progres al simplităţii este o întreprindere dificilă, deoarece obiectele tehnice cu care venim în contact ni se par de o infinită complexitate. Adeseori accentuarea complexităţii odată cu progresul tehnic este atît de pronunţată şi atît de puternic subliniată în scrieri, încît este greu să admitem ideea că simplificarea şi simplitatea ţin de esenţa progresului tehnic. O disciplină matematică specială derivată din teoria probabilităţilor, teoria siguranţei, a fost creată pentru a rezolva problemele pe care le creează sistemele complexe, a căror siguranţă în funcţionare scade exponenţial odată cu creşterea numărului de elemente componente.

Ca să ne dăm seama de faptul că simplificarea ţine de esenţa progresului tehnic trebuie să reluăm ideea, adeseori enunţată, potrivit căreia obiectele tehnice sînt nişte imitaţii ale unor sisteme biologice, organisme sau organe. Rostul lor iniţial este de a executa într-un mod mai eficient ceea ce omul face cu organele sale. Această idee este intuitiv limpede şi convingătoare. Dar caracteristica principală a acestei imitaţii este simplificarea extremă. Pîrghia este o imitaţie a braţului, dar numai a funcţiilor sale mecanice şi ca atare numai a structurii sale mecanice. Antrebraţul este un sistem biologic foarte complex, arti-

[1] A. D. MOORE, *Invenţie, descoperire, creativitate*, Editura enciclopedică română, Bucureşti, 1975, p. 172.

ficial inimitabil. Numai abstracţia extremă sau înfăţişarea exterioară poate să ne ducă la asemănarea dintre o pîrghie şi un braţ uman. Un motor poate fi asemănat cu un tub digestiv dar fiecare celulă componentă a acestui sistem de organe este mult mai complexă decît oricare motor şi mult mai fin reglabilă.

Tehnica devine posibilă acolo unde este cu putinţă materializarea unor obiecte abstracte. Or, abstractizarea înseamnă simplificare. Aşadar, din punctul de vedere al imitării naturii, tehnica reprezintă o imensă simplificare. Dar procesul de simplificare este el însuşi extrem de complex. A fost nevoie de o anumită putere de abstracţie din partea omului primitiv pentru a observa similitudinea mecanică dintre braţul viu şi o bîrnă, de exemplu.

Din acest punct de vedere deci, simplificarea este procesul de bază care a dus la apariţia tehnicii. Dar pe măsură ce omul a urmărit o creştere a eficienţei sistemelor tehnice descoperite de el, a impus procesul invers, acela de combinare a elementelor simple, de creare a unor sisteme din ce în ce mai complicate. Dintr-o roată pe care s-a petrecut o funie, s-a ajuns la scripetele compus din mai multe roţi. De la transmisia cu două roţi dinţate s-a ajuns la angrenajele complicate ale ceasornicelor. Dar complicaţia are marile ei neajunsuri. O parte din energia introdusă într-un sistem mecanic complicat se pierde prin frecările care au loc între componente. Construirea sistemelor complicate pretinde o măiestrie din ce în ce mai înaltă care la un moment dat poate să depăşească posibilităţile omului. Complexitatea sporeşte mai mult decît proporţional (mai precis, exponenţial) incertitudinea de funcţionare sau, cum se mai spune, reduce fiabilitatea. Dacă nesiguranţa de funcţionare a unui sistem format din două roţi dinţate este timp îndelungat practic nulă, iar dacă uzura majorează această incertitudine, ea poate fi controlată cu uşurinţă. În sistemele complexe, incertitudinea nu numai că creşte, dar devine necontrolabilă şi imprevizibilă, ceea ce poate fi mult mai supărător. Nimeni nu poate prevedea un defect major sau minor al unui automobil modern. El poate să se producă chiar la ieşirea din fabrică sau după zeci de mii de kilometri parcurşi, dar în orice caz poate interveni într-un moment cînd defec-

tul poate fi foarte costisitor, de exemplu pe o şosea, departe de orice atelier de repartiţii; la costul de reparare se adaugă costul tractării maşinii pînă la atelier, care poate depăşi mult pe primul.

Complexitatea sporeşte mult costurile de montaj, de ajustare. Ea necesită precizie, ceea ce tradus în termeni economici înseamnă sporuri de costuri. Desigur, progresul tehnic reduce şi aceste costuri, prin inventarea unor maşini care realizează o precizie mai mare cu un cost relativ redus, dar şi acest proces are limite.

Iată de ce, la un moment dat al dezvoltării sistemelor tehnice, simplificarea redevine foarte actuală deoarece sporul de eficienţă care se poate obţine prin sporirea complexităţii începe să scadă. Este încă o formă de manifestare a legii efectului descrescînd în dezvoltarea tehnicii.

Procesul de revenire la simplitate prin invenţie poate fi ilustrat prin cîteva exemple spectaculoase. Astfel, motorul electric este mult mai simplu decît maşina cu aburi sau motorul cu ardere internă. Este una din explicaţiile marii sale răspîndiri. Turbina este şi ea mult mai simplă decît celelalte motoare termice. Răspîndirea ei relativ redusă se datorează altor dezavantaje pe care le prezintă ea. Totuşi, nu se poate nega că ea tinde să se extindă în procesele unde dezavantajele sale nu exclud acest lucru.

În domeniul electronicii sînt bine cunoscute circuitele imprimate. Printr-o singură operaţie de imprimare se materializează complicate legături electrice, care înainte se realizau prin nenumărate sîrme lipite în multe locuri, lipiturile neputînd fi efectuate decît preponderent manual, foarte imperfect, cu numeroase posibilităţi de eroare.

În general, în lumea inginerească este cunoscut principiul de a se construi un sistem tehnic cu un număr minim de piese, celelalte condiţii rămînînd constante. Uneori acest lucru se înfăptuieşte, după cum am văzut, într-un mod radical, pe baza unei invenţii majore. Alteori, reducerea progresează anevoie, prin eliminarea a cîte unei piese la fiecare reproiectare a unui sistem tehnic care progresează lent. Desigur că această „minimizare" aducătoare a unei succesiuni de avantaje se realizează în cadrul dat de restricţii foarte severe. Mulţimea admisibilă de soluţii este foarte redusă şi greu identificabilă.

Principiul simplificării sistemelor tehnice individuale, al constituirii aceleiaşi maşini *cu mai puţine piese şi organe* s-a răspîndit în aşa măsură încît a devenit net vizibil şi în analizele statistice. Supunînd unui studiu comparativ minuţios balanţele legăturilor dintre ramuri ale Statelor Unite pe anii 1939, 1947, 1958 şi 1968, Ann Carter constată printre altele o puternică scădere a ponderii producţiei de elemente de asamblare (şuruburi, nituri etc.) în activitatea de ansamblu a industriei constructoare de maşini. Explicaţia constă în înlocuirea asamblărilor demontabile cu asamblarea prin sudură şi în modificări de proiecte care necesită mai puţine piese. O altă cauză, după Ann Carter, ar fi faptul că organele confecţionate din mase plastice sînt, de obicei, mai puţin numeroase pentru o funcţie dată şi ele necesită mai puţină substanţă şi mai puţine elemente de asamblare[1)].

Raţionamentele şi datele de mai sus arată că tehnica progresează printr-un proces dialectic de la simplu la compus, iar apoi de la complex la simplu, pe un plan superior. Această cale de realizare a simplului superior trecîndu-se printr-o fază complexă este inevitabilă, întrucît faza simplă superioară se poate realiza numai după ce a fost cunoscută funcţionarea sistemului complex. Abia această cunoaştere furnizează informaţia necesară pentru a se realiza simplificarea. Astfel, simplificarea montajului unor reţele în unele aparate electronice a devenit necesară şi posibilă abia după cunoaşterea efectelor care se pot obţine cu ajutorul legăturilor complicate dintr-un aparat de radio sau de televiziune.

Alteori, pentru simplificare este necesară apariţia unei informaţii dintr-un alt domeniu, străin celui în cauză. Apariţia motoarelor electrice a fost posibilă numai după descoperirea şi studierea electromagnetismului, domeniu îndepărtat de ştiinţa şi principiile de funcţionare ale motoarelor termice.

Odată asigurat efectul tehnic şi economic al unui sistem, simplificarea produce noi efecte economice prin reducerea, sub diferite aspecte, a costurilor de producţie şi de exploatare. Scade manopera producţiei, scade con-

[1)] Vezi ANN CARTER, *op. cit.*, p. 124—126.

sumul de materiale în producerea sistemului simplificat, în timp ce în exploatarea lui creşte fiabilitatea, scad unele consumuri de energie. În felul acesta, simplificarea este unul din obiectivele tehnice şi economice majore urmărite de inventatori şi de cei ce produc şi utilizează sistemele tehnice respective. Simplificarea, adeseori greu de realizat, este una din sursele scăderii consumurilor specifice de substanţă şi de energie.

Dar principiul simplificării, după cum am văzut mai sus, rezultă din şi se realizează prin logica internă a tehnicii. Deşi sistemul de reglare economică emite semnale în acest sens, el nu poate forţa procesul de simplificare peste restricţiile date de logica tehnică, care nu poate răspunde la semnalele economice decît în măsura în care apar cunoştinţele ştiinţifice şi tehnice necesare pentru a realiza simplificarea.

Dialectica alternării dintre creşterea complexităţii şi simplificare este unul din aspectele cele mai interesante ale progresului tehnic dar şi unul dintre cele mai complexe, în care legătura dintre reglajele economice şi tehnologice este foarte intimă şi greu de urmărit din afară. Studiul ei nu poate fi realizat decît pe baza analizării atente a unor sisteme tehnice particulare şi numeroase. În orice caz, simplificarea este unul dintre imperativele sub care acţionează toţi cei care contribuie la progresul tehnic.

Principiul simplificării este strîns legat de celelalte principii tehnice pe care le-am dezbătut şi care explică eficienţa crescîndă a sistemelor tehnologice. Simplificarea reduce varietatea, făcînd inutile unele producţii, accentuează modularitatea tehnicii, reduce consumul de muncă, de substanţă, de energie şi de informaţie. Dar, ca şi alte principii economisitoare ale tehnicii, principiul simplificării intră în contradicţie cu alţi factori, astfel încît realizarea lui presupune o activitate de cercetare în vederea obţinerii informaţiei necesare asupra modului în care poate fi ocolită sau anihilată acţiunea factorilor adverşi.

Progresul tehnic şi caracterul muncii

Am încercat să descifrăm, hazardîndu-ne în interiorul desfăşurării procesului de dezvoltare tehnică, mecanismele care permit omului să creeze sisteme tehnice tot mai eficiente, capabile să dea posibilitatea ca — vorbind oarecum convenţional — cu aceeaşi cantitate de muncă socială vie şi materializată să obţină o cantitate crescîndă de valori de întrebuinţare creînd totodată valori de întrebuinţare noi, mărind astfel diversitatea şi îmbunătăţind calitatea creaţiilor sale. Dacă admitem propoziţia evidentă că atît cantitatea cît şi calitatea bunurilor se pot subsuma noţiunii generale de utilitate, în sensul aptitudinii bunurilor şi serviciilor economice de a satisface nevoile omului, de a genera nevoi noi şi de a determina o structură a acestor nevoi, putem afirma că efectul total şi permanent al progresului tehnic este sporirea continuă a utilităţii.

Am specificat în mod separat dialectica continuă a satisfacerii nevoilor şi a generării de nevoi noi, întrucît ni se pare că omul se deosebeşte de animalele superioare tocmai prin faptul că în timp ce primele fie că îşi satisfac nevoile biologice fundamentale, fie că pier, omul îşi caută continuu nevoi noi. Încă pe jumătate flămînd, abia acoperindu-şi trupul cu piei de animale răpuse şi folosind drept adăpost cavităţile naturale ale scoarţei terestre, omul a început să creeze cultură şi a continuat s-o creeze de-a lungul întregii sale dezvoltări. În cursul istoriei sale în societatea umană nevoile superioare au fost satisfăcute în cadrul unor ascuţite contradicţii de clasă şi printr-o exploatare cruntă a claselor dominate de către cele domi-

nante. În mod deliberat nu evităm aceste expresii dure, pentru că ele exprimă un adevăr crud pe care îl va admite oricine își reamintește modul în care au fost înălțate unele din marile monumente ale antichității și ale evului mediu. Clasele dominante își satisfăceau nevoile pe care astăzi le numim superioare sau spirituale sacrificînd libertatea și viața unor armate de sclavi sau a unui număr mare de meșteșugari. Orînduirea socialistă împreună cu tehnica modernă este singura capabilă să pună bunurile culturale la îndemîna oricui dorește acest lucru, în condițiile în care nevoile fundamentale sînt și ele satisfăcute. De aceea acuzațiile aduse tehnicii și progresului sînt greu de înțeles. Desigur trebuie să admitem că tehnica are și efecte negative, dar tot progresul tehnic este acela care generează posibilitățile de remediere a acestor efecte negative.

Am arătat în partea de la începutul acestei lucrări că eficiența crescîndă a tehnicii se datorește, printre altele, caracterului ei genetic și modular care permite ca principii și sisteme tehnice, odată create și selecționate în competiție cu altele, să fie utilizate în combinații noi sau perfecționate timp de mai multe generații tehnice, permițînd ca resursele de potențial inventiv să fie căutate pentru a fi utilizate pentru recombinarea modulelor în vederea creării unor sisteme noi sau pentru inventarea unor principii cu deosebire noi. Aici am mai avea de adăugat unele observații asupra modului în care funcționează *filtrul de selecție.*

Sistemul de reglare economică operează o selecție foarte severă a soluțiilor tehnologice noi. Numai o mică parte din acestea reușesc să devină bunuri economice. Aceasta, în primul rînd datorită faptului că, cel puțin pînă în prezent, în toate țările lumii capacitatea de creație tehnologică a fost mai mare decît capacitatea de investire necesară pentru transformarea soluțiilor conceptual noi în soluții economice noi. Saltul de la invenție la inovație sau — în foarte multe cazuri — tranziția treptată de la o soluție conceptual nouă la un bun economic major întîmpină numeroase bariere de natură tehnologică și economică. Filtrul de selecție a invențiilor este o analogie utilă pentru forța ei sugestivă, dar trebuie să fim conștienți de faptul că el este un sistem complex cu legături

multiple şi, în acelaşi timp, în cazurile unor invenţii fundamentale, un sistem care evoluează în timp, evoluţia cantitativă şi calitativă a elementelor sale avînd aspecte diferite. Cu alte cuvinte însăşi structura filtrului de selecţie evoluează în timp, după cum evoluează în timp însăşi invenţia cu diferitele ei elemente componente. Literatura istorică citează drept caz clasic competiţia dintre corabia cu vele şi vapor [1]. Constructorii navelor cu vele au reacţionat la apariţia vaselor echipate cu maşini cu aburi prin asemenea perfecţionări încît vaporul n-a putut elimina corabia cu pînze de pe mări şi oceane decenii de-a rîndul. Dacă e vorba să luăm un exemplu actual, putem cita competiţia dintre oţel şi materialele plastice. În momentul în care s-a declanşat creşterea explozivă a producţiei şi consumului de mase plastice, unii observatori au considerat că era oţelului se apropia de sfîrşit. Dar diferiţi factori, printre care nu în ultimul rînd faptul că producătorii de oţel au perfecţionat procesele de producţie, au perfecţionat şi diversificat produsele, au redus costul şi aşa foarte avantajos în comparaţie cu cel al altor materiale, încît producţia de oţel din ţările dezvoltate a continuat să crească, deşi într-un ritm decelerat, în ciuda creşterii rapide a materialelor sintetice. Acestea progresează continuu, înlocuind oţelul, dar într-un ritm foarte lent şi treptat, apreciindu-se că numai cîteva procente din satisfacerea necesarului de materiale structurale au trecut de la oţel la masele plastice. Creşterea rapidă a necesarului acestora se datorează descoperirii unor noi domenii de utilizare. În acelaşi timp, tot mai multe ţări în curs de dezvoltare îşi întemeiază o industrie siderurgică proprie sau o dezvoltă în ritm mai mult sau mai puţin intens pe cea existentă. Procesul este favorizat de descoperirea şi punerea în valoare, după al doilea război mondial, a unor noi şi bogate zăcăminte de minereuri de fier, precum şi de progresele în domeniul transportului acestui produs [2].

[1] Vezi C. K. Harley, *On the persistence of old technics. The case of North-American Shipbuilding*, în ,,Journal of Econmic History'', 2/1973.

[2] Pentru detalii, vezi A. D. Grigoriev, *S.Ş.A. Naucino-tehniceskii progress i ispolzovanie promîşlennîh konstrukţionnîh materialov*, Nauka, Moscova, 1972.

Se poate cita ascensiunea lentă și șovăitoare a motoarelor cu piston rotativ și, în special, a motorului Wankel care, în ciuda unor avantaje a fost lansat în producția de serie doar de către o firmă sau două, după aducerea unor ameliorări care s-au dovedit a fi necesare, deși aproape toți marii producători de automobile au cumpărat licența. Producția și exploatarea noului tip de motor pun o mulțime de probleme de detaliu, printre care una dintre cele mai importante este realizarea unor mașini capabile să lucreze într-un mod economic piesele de configurație complicată ale motorului.

Complexitatea și caracterul greu previzibil ale filtrului de selecție și ale funcționării lui pot fi ilustrate și prin exemplul locomotivelor Diesel care, după o îndelungată perioadă de gestație economică [1)], au irupt brusc în sistemul căilor ferate, înlocuind în cîțiva ani în S.U.A. locomotiva cu aburi și apoi, după o altă perioadă scurtă, au pus stăpînire, împreună cu locomotiva electrică, pe toate căile ferate din lume.

În industria constructoare de mașini este bine cunoscută competiția de lungă durată între prelucrarea plastică și cea prin așchiere. Mașinile de prelucrare plastică tind să fie din ce în ce mai precise și să dea produse din ce în ce mai apropiate de configurația finală, tinzînd să elimine din ce în ce mai mult prelucrarea prin așchiere care necesită un timp mai îndelungat și care are marele dezavantaj de a implica o mare cantitate de deșeuri — reintroduse în procesul siderurgic — ceea ce înseamnă considerabile pierderi. Totuși, tendința despre care s-a vorbit adeseori, de înlocuire a prelucrării prin așchiere cu prelucrarea plastică, nu se manifestă în mod net în datele statistice, de exemplu în cele privind structura parcului de mașini-unelte din țările dezvoltate. Cauzele ar putea să fie multiple. Una constă în faptul că în țările cu un parc mare de mașini constituit, schimbările apar lent în datele statistice, întrucît, mai întîi ponderea mașinilor noi este mică dat fiind parcul existent de asemenea considerabil, apoi

1) Spre deosebire de gestația tehnologică, care constă în procesele care intervin între realizarea conceptională a unui princpiu nou și realizarea lui materială, dar înainte de lansarea pe piață.

pentru că mașinile se mențin mult timp în parc, iar în al treilea rînd înseși procesele de așchiere se perfecționează continuu, prin mărirea vitezei, a preciziei etc. Una din tendințele de perfecționare a proceselor de așchiere constă în creșterea ponderii proceselor de rectificare care tind să ia locul unor procese executate prin alte operații de așchiere.

Sistemele tehnice noi întîmpină rezistența unor forțe inerțiale de natură foarte variată. Cea mai des invocată în literatură a fost inerția psihologică a tuturor celor implicați: a producătorilor care trebuie să-și modifice deprinderile de producție, calificarea, organizarea etc.; o forță inerțială materială foarte puternică este echipamentul instalat și bunurile de consum durabile cu funcție similară existente la populație.

Inerția materială dată de echipamentul instalat este foarte puternică. Mașinile și utilajele, executate din materiale rezistente, au o durată de viață fizică care se numără cu deceniile. Înlocuirea lor este costisitoare, întrucît de obicei este vorba de mașini complexe. De cele mai multe ori ele pot executa, în condiții mai mult sau mai puțin satisfăcătoare, operațiile necesare pentru fabricarea produselor noi. În această situație decizia de a înlocui o mașină sau un întreg flux tehnologic nu poate fi luată decît dacă există fondurile necesare și dacă considerente tehnologice și economice stringente impun acest lucru. De obicei, deciziile tind să fie amînate cît mai mult cu putință.

Această forță inerțială materială constituie un dezavantaj al țărilor dezvoltate. Ea nu poate fi contracarată decît parțial printr-un proces de creștere rapidă, prin amortizarea rapidă a utilajului, printr-o intensă activitate de cercetare și dezvoltare și printr-o aplicare rapidă a rezultatelor în producție. O cale dintre cele mai importante — vom vedea mai amănunțit mai jos cum și de ce — este crearea de ramuri noi. Investițiile brute devin în această situație vehiculul principal de înmulțire a utilajului de producție și, în general, a bunurilor durabile la un nivel tehnic modern.

Această inerție materială constituie și un avantaj potențial relativ pentru țările mai puțin dezvoltate.

Acestea, dacă practică o politică de industrializare intensă pe baza unei rate înalte de acumulare, pot să introducă într-un termen scurt un utilaj modern în toate ramurile economiei, să realizeze o creştere importantă a productivităţii muncii şi să ajungă treptat să producă şi bunuri competitive pe piaţa mondială.

Acest avantaj potenţial nu trebuie însă absolutizat. Un număr de factori adverşi tind să-l diminueze. Industrializarea rapidă atrage resurse de calitate descrescîndă[1]. În procesele industriale sau industrializate este atrasă masiv forţa de muncă din sectoare cu puternice amprente tradiţionale, în special din agricultură. Aceşti oameni calificaţi în grabă nu au nici calificarea pe care o dă munca îndelungată în industrie, nici comportamentul impus de funcţionarea sistemelor tehnologice cu caracter industrial. Mai ales acesta din urmă se formează într-un timp mai îndelungat. Aceşti factori tind să diminueze avantajele enumerate.

Tehnica cea mai modernă nu este uşor accesibilă. Multe firme capitaliste îşi menţin monopolul tehnologic chiar cu preţul limitării posibilităţilor de vînzare. Altele sînt dispuse să vîndă fie produse, fie chiar tehnologii, dar în condiţii care nu sînt acceptabile pentru unele sau altele dintre ţările în curs de dezvoltare.

Uzura morală — corolar al progresului tehnic —, ce e drept şi ea frînată de forţele inerţiale de care ne ocupăm aici, se instalează din momentul conceperii unei soluţii tehnice noi şi acţionează continuu. Într-o ţară cu industrie tînără şi repede crescătoare, volumul uzurii morale este proporţional cu produsul dintre ritmul de creştere a volumului fondurilor fixe şi ritmul procesului de uzură morală a utilajului instalat. Chiar dacă al doilea factor are o acţiune moderată, cel dintîi acţionează implacabil odată cu creşterea voulmului noilor instalaţii. Uzura morală urmăreşte noile instalaţii ca o umbră perfidă care nu poate fi despărţită de ele. Nu se

[1] „Cu cît volumul acumulării este mai ridicat, cu atît este atrasă în circuitul economic — de regulă, desigur — o cantitate mai mare de resurse de calitate inferioară". (v. EM. DOBRESCU, *Corelaţia dintre acumulare şi consum*, p. 80.)

pot şti dinainte categoriile de utilaje, sectoarele etc., care vor fi, peste un timp mai mult sau mai puţin îndelungat, cel mai mult afectate.

Procentul acestei uzuri morale poate fi moderat, dar volumul absolut creşte repede. Contracararea acestui factor nu este posibilă decît printr-o dezvoltare corespunzătoare a cercetării tehnologice proprii integrate în sistemul general al dezvoltării ştiinţei şi tehnologiei, cuprinzînd fazele esenţiale ale acestuia.

În orice caz, ţinînd seama şi de acţiunea factorilor potrivnici, industrializarea rapidă din punct de vedere cantitativ şi calitativ este singura cale de reducere şi anihilare a decalajului dintre ţări. O largă cooperare internaţională, care să ţină seama de nevoile specifice ale ţărilor în curs de dezvoltare, poate diminua considerabil acţiunea factorilor potrivnici.

Filtrul de selecţie nu este însă în toate cazurile o barieră de netrecut, o structură fixă, care nu poate fi urnită din loc. Invenţiile mari, de principiu, capătă la un moment dat atîta forţă, încît antrenează după sine şi filtrul de selecţie, mai precis o parte din filtrul de selecţie, cel afectat domeniului respectiv, îl determină să se mişte odată cu ele. În acest caz el nu mai frînează principiul de bază, ci operează alegerea invenţiilor complementare şi suplimentare şi apără inovaţia odată afirmată de invenţii noi îndeplinind aceeaşi funcţie. Odată cu selecţionarea invenţiilor complementare şi suplimentare, filtrul particular al invenţiei de principiu devine un sistem mai complicat, exercitînd selecţii parţiale la invenţii parţiale noi [1]. În felul acesta el, autonomizîndu-se,

[1] Un exempu foarte plastic privind modul în care o invenţie de principiu absoarbe invenţii suplimentare selecţionate este binecunoscutul automobil la care ne-am referit de atîtea ori. Iată cum descrie acest proces într-un mod succint un specialist cu mare experienţă : ,,Oricît de mari ar fi fost progresele realizate din 1920 încoace, automobilele de astăzi nu sînt fundamental diferite de cele care au fost create în primii douăzeci de ani ai secolului : sînt aceleaşi vehicule înzestrate cu un motor cu benzină care se compune în principal dintr-un piston mişcat înlăuntrul unui cilindru prin arderea unui amestec de aer şi benzină provocată la intervale regulate de o scînteie electrică care ţîşneşte din bujie ... Dar ...motoarele au un randament mai bun şi dezvoltă o putere mai mare *la acelaşi consum*

pe de o parte, ramificîndu-şi legăturile cu alte filtre acţionînd în alte domenii, pe de altă parte, creează sistemul complex al filtrului de selecţie al economiei naţionale, revenind oarecum în acesta din urmă, dar pe un plan superior.

Prin această dialectică a creşterii invenţiilor şi a selecţiei sociale apar, la intervale mai mari, pe baza unor inovaţii majore, ramuri economice noi, se amplifică altele vechi sau altele încep să-şi restrîngă treptat activitatea, adaptîndu-se din nou prin încorporarea unor noi invenţii parţiale, încearcă să-şi revină si să-şi consolideze poziţia. În acest din urmă fel a procedat, de pildă, industria cărbunelui faţă de ascensiunea combustibililor fluizi, mecanizîndu-şi procesele, căutînd noi procedee de transport şi perfecţionînd procesele de ardere a cărbunelui. Desigur, la ora actuală soarta acestei ramuri pe care s-a clădit industria modernă în secolul al XIX-lea este încă nedecisă, din cauza fenomenelor de penurie energetică care au irupt brusc în conştiinţa economică mondială. Dar şansele de readucere a cărbunelui la vechea lui poziţie sînt minime, deoarece istoria nu cunoaşte cazuri de revenire la o tehnică odată învechită.

Evident că analogia în evoluţia tehnică, cu selecţia din lumea vie este doar o analogie, dar o analogie care are temeiuri serioase. Una din asemănările principale, într-o interpretare modernă este că ereditatea constă în transmiterea de informaţie de la o generaţie la alta. Desigur că

rotindu-se « mai rotund » şi însuşi carburantul a fost considerabil îmbunătăţit". (subl. n. - *I.L.*)

,,Transmisia a cunoscut o serie de transformări care au culminat prin a deveni complet automată (la automobilele din S.U.A. — n.n.-*I.L.*). Suspensia şi pneurile au evoluat în paralel şi permit un confort de drum absolut de neînchipuit acum patruzeci de ani. Surse auxiliare de energie permit conducătorului să conducă şi să frîneze fără efort şi să manevreze geamurile, scaunele şi aparatul de radio. Caroseriile, în general din oţel, sînt acoperite cu vopsele strălucitoare, oferite într-o largă gamă de culori şi înzestrate cu geamuri de securit. Răspîndirii întrebuinţării automobilului i-a răspuns ameliorarea stării drumurilor". (D. P. SLOAN JR., *Mes annés à la General Motors*, Hommes et techniques, Paris, 1963, p. 191—192.) Iată şi o descriere generală a acestui fenomen : ,,Obiectul tehnic poate fi considerat ca un sistem nesaturat ; perfecţionările ulterioare pe care el le primeşte intervin ca nişte progrese ale acestui sistem spre saturare". (GEORGES SIMENDON, *Du mod d'existence des objets techniques*, Aubier, Paris, 1958, p. 43.)

informaţia ereditară din organismele vii este de o natură deosebită de informaţia tehnologică pe care *homo faber* o transmite de la o generaţie la alta. Deosebirea principală constă în aceea că această informaţie se creează într-un mod deliberat prin procese sociale deosebite de cele din interiorul populaţiilor biologice, se înregistrează şi se transmite, prin mijloace exosomatice, structuri materiale *nevii*. Omul a reuşit să încorporeze în sisteme nevii semnalele sale lingvistice care, deşi au şi ele un caracter suprabiologic, sînt încă emise cu organele sale vii în structuri care doar întîmplător pot să aibă o provenienţă biologică (de exemplu hîrtia) şi funcţionează ca purtători de informaţie, ca substanţe care şi-au pierdut caracterul biologic şi care, ca atare, au o longevitate independentă de ciclurile biologice. În felul acesta informaţia poate fi păstrată şi transmisă peste mai multe generaţii.

Omul a reuşit să creeze o multitudine de sisteme informaţionale, de limbaje, adecvate scopurilor speciale pe care le urmăreşte. Dincolo de limbajul natural capabil să transmită într-o bogăţie de nuanţe o informaţie extrem de bogată dar care este lipsit de precizie şi foarte redundant, omul a creat limbajul desenelor tehnice, şi el provenit din matematică şi alte limbaje asupra cărora nu zăbovim acum.

Legat de efortul de creaţie informaţională este conceptul de optim, concept care a intrat în conştiinţa publicului larg abia în ultimele decenii, odată cu răspîndirea cercetărilor operaţionale şi a altor domenii ale matematicii aplicate. Dar şi matematicienii cunosc noţiunea de maxim şi de minim, şi de maxim şi minim cu restricţii doar din perioada de după crearea calculului diferenţial şi integral în secolul al XVIII-lea.

Totuşi în mod neexplicit, empiric, principiul optimului, adică al maximizării sau minimizării unei funcţii supuse unui sistem de restricţii este un principiu praxeologic general, inerent oricărei acţiuni umane şi în primul rînd tehnicii şi apoi şi economiei. După cum am mai observat, scopul urmărit în permanenţă de sistemul tehnologic al societăţii supus dublului sistem de reglare, economic şi tehnologic, este maximizarea utilităţii. Această maximizare este la fiecare moment dat supusă unui sistem de restricţii de natură diferită.

Invenţia, care se referă la un sistem tehnic parţial îşi propune întotdeauna ca funcţie obiectiv relaxarea unei restricţii tehnice sau organizatorice, exprimată fie sub formă naturală, fie sub formă economică, monetară. Dacă, de exemplu, inventarea maşinii cu abur a urmărit relaxarea restricţiilor pe care le impunea sistemului tehnologic penuria acută de energie concentrată şi suficient de reglabilă, astăzi mulţi inventatori urmăresc să relaxeze restricţiile probabile constînd în deficitul de surse primare de energie fosile comode, cum sînt ţiţeiul şi gazele naturale. (Merită totuşi atenţie observaţia indiscutabilă că în ambele cazuri este vorba de problema penuriei de energie.)

Progresul tehnic este deci un proces complex de programe de optimizare, funcţia obiectiv principală fiind maximizarea utilităţii în general, iar funcţia obiectiv a variatelor activităţi de cercetare, aceea de a relaxa rînd pe rînd restricţiile care se opun maximizării funcţiei obiectiv generale. Aici se impune remarca că, în unele cazuri, relaxarea unei restricţii poate genera restricţii altor funcţii obiectiv parţiale. Contradicţiile de acest fel sînt omniprezente în sistemul tehnologic al societăţii. Prin aceste contradicţii are loc o selecţie a diferitelor funcţii obiectiv şi o ordonare a priorităţilor de rezolvare în timp. Sarcina acestei ordonări revine optimizării economice care operează, după cum am văzut, cu criterii mai generale şi cu o informaţie mai generală. Desigur, în unele cazuri, funcţiile obiectiv economice pot veni în contradicţie cu unele criterii sociale, lucru asupra căruia în ultimul timp se insistă tot mai mult. Dar trebuie subliniat că, în cele mai multe cazuri, o asemenea contradicţie provine nu din faptul că criteriile economice sînt ca atare insuficiente, ci de acolo că funcţiile obiectiv şi restricţiile economice n-au fost corect formulate sau că informaţia economică nu a fost completă sau nu a fost corect generată. În principiu, restricţiile date de deteriorarea mediului ambiant sau de epuizarea resurselor ar trebui şi ele să poată fi traduse în codul informaţiei economice.

Aşadar, progresul tehnic constă în generarea informaţiei, în prelucrarea ei după principiile optimului şi în încorporarea acestei informaţii în structuri substanţiale şi

energetice. Acest mod de a vedea lucrurile, întemeiat pe considerațiile noastre de pînă acum, ne permite să adoptăm un punct de vedere în ceea ce privește caracterul muncii omului, în speță ne permite să afirmăm că esențială în muncă nu este atît cheltuirea de energie mecanică, cît aspectul informațional, procesul de încorporare a informației în substanță și în energie. Acest lucru este valabil și în muncile simple și în cele complexe. *Nici o muncă nu este atît de simplă încît să constea într-o cheltuire dezordonată de energie mecanică*. Chiar și munca măturătorului manual de stradă (profesie care va dispărea în curînd) constă în crearea de ordine, adică de încorporare de informație în dispunerea substanței. În munca cizmarului esențială nu este cheltuirea de forță, ci ordonarea bucăților de piele astfel încît ele să ajungă să alcătuiască un mijloc de protejare a picioarelor împotriva agenților nocivi mecanici, tehnici etc.

Tocmai acest lucru se înțelege prin calificare. Cizmarul a trebuit să acumuleze în anii de ucenicie informația pe care o încorporează de-a lungul întregii sale vieți în bucățile de piele pe care le transformă în încălțăminte. Cheltuiala de energie mecanică pe care el o obține din energia sa biologică se datorește faptului că nu există energie artificială necesară pentru executarea actelor informaționale cizmărești, sau că această energie nu poate fi comandată cu suficientă finețe pentru ca ea să poată fi transmisă materiei prime. Nu trebuie să insistăm asupra faptului că astăzi există și una și alta : încălțămintea se face în cea mai mare parte la mașină.

Faptul că în multe procese de producție se mai cheltuiește energie fizică are drept cauză unul din deficitele de mai sus : deficitul de energie și mai ales deficitul de reglabilitate sau, mergînd mai departe, deficitul de mijloace de reglare în sensul larg în care am interpretat reglarea în corpul lucrării. Progresul tehnic, fiind un progres al comenzii, scutește pe om tot mai mult de activitatea constînd în efortul fizic și, prin automatizare, reduce și efortul de transmitere a informației simple, mutîndu-i activitatea în domenii informaționale superioare, în supravegherea proceselor de încorporare a informației în substanță și energie

şi de remediere a erorilor pe care le comit sistemele automate.

Această interpretare informaţională a procesului de muncă, care în afară de faptul că reflectă sub un mod realist specificul uman al muncii în contextul activităţii productive bazate pe tehnica modernă, prezintă şi avantajul, de data aceasta practic, de a oferi un criteriu de apreciere a nivelului de calificare al celor care participă la procesele de producţie. Gradul de calificare este dat de cantitatea de informaţie pe care o posedă omul muncii relevantă pentru specificul procesului tehnologic în care sau pe lîngă care lucrează.

Desigur că acest criteriu nu este simplu şi am fi naivi dacă am crede că am putea aprecia calificarea omului în număr de biţi, după cum în secolul trecut au fost naivi cei care credeau că pot măsura forţa de muncă în ergi şi juli sau în waţi. Naivitatea noastră ar consta în faptul că am neglija aspectele semantice ale informaţiei care sînt, după cum se ştie, departe de a fi rezolvate de specialişti. De asemenea, nu rezolvăm cu aceasta problema concordanţei dintre informaţia posedată de omul muncii şi cea necesară pentru procesul tehnologic respectiv, adică problema aplicării principiului „omul potrivit la locul potrivit'', esenţială pentru eficienţă ori din care punct de vedere am privi-o. Dacă însă ţinem seama şi de aspectul calitativ al informaţiei, interpretarea noastră reflectă fără îndoială corect specificul muncii umane. Omul nu este o maşină mecanică şi, dacă ţinem seama şi de aspectul calitativ al informaţiei, nu este nici măcar o maşină informaţională, ci ne apare ca un transmiţător al unei informaţii complexe, un creator de asemenea informaţie (în măsura în care se perfecţionează în procesul de muncă, ceea ce este cazul general).

Această interpretare concordă şi cu procesul de extindere cantitativă şi de ameliorare a procesului de învăţămînt, stringent necesar pentru progresul economic. La urma urmelor, generalizarea învăţămîntului liceal nu se face pentru a se crea oameni care să facă eforturi fizice mai mari, ci oameni care să poată asimila continuu o informaţie bogată din punct de vedere cantitativ şi calitativ în substanţă şi energie. Tot atît de evident este că dezvolta-

rea învăţămîntului la care asistăm în ţara noastră nu este menită să înmulţească peste măsură numărul de cadre administrative.

Această interpretare a muncii de incorporare a informaţiei în structurile materiale şi energetice pune într-o lumină mai puternică, adecvată actualei faze de dezvoltare a forţelor de producţie, activitatea de cercetare. Dacă aspectul hotărîtor al muncii în producţia materială constă în încorporarea informaţiei în substanţă şi energie, atunci munca de cercetare constă în generarea informaţiei noi necesare pentru perfecţionarea structurilor substanţiale, energetice şi informaţionale din punctul de vedere al sporirii eficienţei economice (şi sociale) a acestora.

Sîntem departe de intenţia de a ataşa un sens prea restrictiv noţiunii de cercetare. Nu intenţionăm s-o restrîngem nici la cercetarea fundamentală, nici la cea aplicativă.

Îi dăm aici sensul larg de activitate de rezolvare a unor probleme indiferent de natura lor. Studiul ştiinţei, ca şi cel al economiei moderne ne duc la concluzia că procesul de cercetare este un proces larg, incluzînd un număr mare de oameni care comunică între ei în diferite feluri, care cuprinde, ca să menţionăm extremele, atît pe savantul despre care se spune că stă în turnul de fildeş, cît şi pe muncitorul care izbuteşte să suprime o piesă inutilă, să-şi organizeze mai bine locul de muncă, sau să găsească un procedeu sau un mijloc oricît de simplu de a ameliora produsul sau procesul de producţie din care face parte.

De asemenea, este departe de noi gîndul de a sugera o ierarhie de principiu a diferitelor genuri de munci. Este pentru noi limpede faptul că o societate eficientă nu poate consta numai din aristoteli şi newtoni şi din motivul că savanţii nu produc în mod direct bunurile necesare vieţii, şi din motivul că oamenii de geniu sînt totuşi rari. Sistemul forţelor de producţie este structurat, printre altele, şi de principiul diviziunii sociale a muncii care are o tendinţă de optimizare. Din punct de vedere uman acest sistem este optim la un moment dat, atunci cînd fiecare om îşi găseşte locul potrivit conform aptitudinilor sale şi structurii date a sistemului în ansamblul său, deci cuprinzînd şi latura sa materială constînd din mijloacele de producţie

materiale. Dar tot atît de limpede este raționamentul simplu că sistemul tehnologic al societății nu poate progresa fără savanți, cercetători, ingineri, inventatori, experți, muncitori de înaltă calificare, tocmai pentru că aspectul informațional este hotărîtor pentru funcționarea sistemului și mai ales pentru evoluția sa ascendentă.

Rolul specific al cercetării (să nu uităm sensul pe care i l-am dat mai sus) în cadrul diviziunii sociale a muncii constă în generarea de informație nouă, în combinarea și recombinarea masivelor de informație existente, în codificarea și recodificarea acestei informații și în transmiterea ei spre cei care o încorporează în mod nemijlocit în structuri substanțiale și energetice. Cercetarea generatoare de informație nu-și poate îndeplini rolul în cadrul sistemului tehnologic al societății dacă nu există conexiuni adecvate pentru transmiterea eficientă a informației nou create. Evident că între cercetare și producție trebuie să existe o legătură organică, iar organicitatea nu poate fi interpretată altfel decît ca eficiență specifică de comunicare.

Din punctul de vedere al ordonării în timp a proceselor informaționale ale producției, cercetarea se află la începutul proceselor, deși această ordine nu este absolută. Prin conexiuni informaționale inverse cercetarea este și ea continuu alimentată cu semnale privind problemele care urmează să fie rezolvate sau asupra modului în care o informație științifică creată aparent ca scop în sine ar putea fi utilizată printr-o codificare adecvată pentru a fi înconjurată în substanță sau energie.

În termeni economici tradiționali se impune analogia dintre activitatea de cercetare și cea de investiții. Ca și acestea din urmă, cercetarea vizează nevoi viitoare. Numai că ea, în această succesiune temporală, se situează dincolo de investiții. Cercetarea este o metainvestiție, o activitate generatoare de informație care urmează să fie incorporată în structuri materiale durabile care la rîndul lor vor contribui la cedarea acestei informații produselor finale [1]. Pentru a deveni mai eficientă, pentru a-și atinge

[1] Dacă ,,acumularea reprezintă un consum amînat (v. EM. DOBRESCU, *Corelația dintre acumulare și consum*, p. 54), atunci activitatea de cercetare este o investiție amînată.

mai repede scopurile, societatea este nevoită să recurgă la amînări, să aloce resurse care, atunci cînd vor începe să producă efecte, acestea vor depăşi şi pierderea suferită de amînare.

Activitatea de generare a informaţiei noi a însoţit întotdeauna activităţile productive ale omului. Perfecţionarea uneltelor nu putea avea loc decît prin obţinerea unor informaţii noi privind eficienţa dată şi posibilităţile de sporire a acesteia. Pentru a face mai pregnantă această idee, vom recurge acum pentru ultima dată la exemplul sculpturii. Oricine admite că o sculptură este o operă spirituală, deşi procesul de muncă al sculptorului în sensul vechi, al cheltuirii de energie musculară nu se deosebeşte cu nimic de activitatea făuritorului de unelte din epoca de piatră. Deosebirea constă în cantitatea şi în calitatea informaţiei încorporată în piatră. Şi această deosebire este fundamentală. Deosebirea mai constă în faptul că în timp ce sculptorul urmăreşte să întruchipeze în substanţă o informaţie unică, tehnica şi progresul tehnic urmăresc să încorporeze o informaţie cît mai des repetabilă. Sculptorul este sieşi şi cercetător şi executant. Tehnica este un sistem complex unde generarea şi încorporarea informaţiei sînt mediate prin complexul sistem al diviziunii sociale a muncii.

Bibliografie

ASEEV, V.A., *Ekstremalnie prinţipi i problema ţelesoobraznosti*, în „Voprosi filozofii", 8/1971.

ASHBY, R. W., *Intoducere în cibernetică*, Editura tehnică, Bucureşti, 1972.

AYRES, E. V., *Technological Forecasting and Long-Range Planning*, MacGraw-Hill, New York, 1969.

BALLER, E. A., *Preemstvennosti v razvitii kulturi*, Nauka, Moscova, 1969.

BARNES, A. E., *An Economic History of the Western World*, Harcourt, Brace et Co, New York, 1937.

BERNAL, J., *Ştiinţa în istoria societăţii*, Editura politică, Bucureşti, 1964.

BERTALANFFY LUDWIG VON, *Das biologische Weltbild*, A. Franche, Berna, 1949.

BERTALANFFY, L., VON, *General System Theory*, Foundations, Development Applications, Brazillier, New York, 1968.

BETHEL, L. şi alţii, *Industrial Organization and Management*, MacGraw Hill, New York, 1968.

BÈZIER, P., *L'industrie Mécanique: retrospective et perspective*, în „Science et technique", febr. 1975, reprodus în „Problemes économiques" 1457 din 28. I. 1976.

BOHOLIUBOV, O. M., *Maşina i liudîna*, Vîdavniţvo A.N.U.R.S.R. Kiiv, 1969.

BOULDING, K, *The Economics of Knowledge and the Knowledge of Economics*, în „American Economic Review", mai 1966.

BRADY, R. A., *Organization, Automation and Society*, Berkeley, 1963,

BRIGHT, J. R., *Research, Development and Tehnological Innovation*, Irvin, Homewood, Illinois, 1964.

BRIGHT, J., R., *Evaluating Signals of technological Change*, Harvard Business Review, ian-febr. 1970.

BROOKS H., *What's happening to the U.S. Lead in Technology*, în „Harvard Business Review", mai-iunie, 1972.

BRODY, A., CARTER, A. P., *Input-output techniques*, North-Holland, 1972.

CAPĂTĂ, M., *Balanţa statistică a legăturilor dintre ramuri*, Editura politică, Bucureşti, 1974.

CARTER, ANN P., *Structural Change in the American Economy*, Harvard University Press, Cambridge (Massachussets), 1970.

CEAUŞESCU, N., *România pe drumul construirii societăţii socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 9, Editura politică, Bucureşti, 1974.

CEAUŞESCU, N., *România pe drumul construirii societăţii socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 10, Editura politică, Bucureşti, 1974.

CEAUŞESCU, N., *România pe drumul construirii societăţii socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 11, Editura politică, Bucureşti, 1975.

CEAUŞESCU, N., *România pe drumul construirii societăţii socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 12, Editura politică, Bucureşti, 1976.

CEAUŞESCU, N., *Expunere cu privire la activitatea politico-ideologică şi cultural-educativă de formare a omului nou, constructor conştient şi devotat al societăţii socialiste multilateral dezvoltate şi al comunismului în România*, Editura politică, Bucureşti, 1976.

COJOCARU, C., *Creativitate şi inovaţie*, Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1975.

Contribuţii la dezvoltarea problemelor teoretice ale economiei socialiste, Editura politică, Bucureşti, 1969.

Contribuţii la dezbaterea problemelor teoretice ale economiei socialiste vol. 3, Editura politică, Bucureşti, 1974.

CRIŞAN, I., *Specializarea fabricaţiei de utilaje tehnologice*, în „Probleme economice" nr. 6/1973.

CRIŞAN, I., în vol. *Contribuţii la dezbaterea problemelor teoretice ale economiei socialiste*, Ed. politică, Bucureşti, 1974, p. 387—389.

CRIŞAN, I., *Diversificare—unificare, un paradox contemporan*, în „Revista economică" nr. 6/1976.

DALY, H. E., *The First Industrial Revolution*, Cambridge University Press, 1965.

DENNISON, E., *Why Growth Rates Differ*, Washington, 1967.

DOBROCZYANSKI, M., *Wplyw nasladownictwa na miedzynarodowe stosunki gospodarcze*, în „Ekonomiska", 3/1975.

DOBROV, G. M. (sub redacţia), *Upravlinnea naukoiu*, Naukova dumka, Kiiv, 1971.

Engineering: Its Role and Functions in Human Society, Ed. W. Davenport and Daniel Rosenthal, Pergamon Press, New York, 1967.

FILIPPOVSKI, E., *Rol potrebnosti v sozdanii novoi tehniki*, în „Voprosi Ekonomiki", 6/1973.

FUSTIER, M., *Vie et mort des produits*, Dunod, Paris, 1969.

GEORGESCU-ROEGEN, N., *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, 1971.

GERARD, R. W., KLUCKHOLN, C., RAPPAPORT, A., *A biological and Cultural Evolution: Some Analogies and Explorations*, in ,,Behavioral Science'', 1/1956 citat după James G. Miller, Systemy zywe, în ,,Prakseologia'', 34/1969.

GIURESCU, C. C., *Contribuții la istoria științei și tehnicii românești în secolele XV — începutul sec. XIX*, Editura științifică, București, 197 3.

GRILLICHES, Z., *Hybridcorn: An Exploration in the economics of technological Change*, în ,,Econometrica'', anul 25 (1957), p. 501—525.

GRIGORIEV A. D., *S.Ș.A. Naucino-techniceskii progress ispolzovaniie promîșlennîh konstrukționnîh materialov*, Nauka, Moscova, 1972.

GOTTL-OTTLILIENFELD, F., VON., *Wirtschaft und Wissenschaft*, Gustav Fischer, Jena, 1931.

GUDONIS, V. I., *Naucino-tehniceskii progress i predprinimatelstvo v nauke*, în ,,Vestnik Leningradskogo Universiteta'', Ekonomike filosofia, pravo, 17/1969.

HAMBERG, D., *Essays in the Economics of Research and Developpment*, Random House, New York, 1966.

HARLEY, C.K., *On the Persistence of Old Techniques The Case of North American Shipbulding*, în ,,The Journal of Economic History'', 2/1973.

HÁJEK, M., *Měření technikého pokroku*, în ,,Politická ekonomie'', 10/1968.

HICKS, J. R., *The Theory of Wages*, McMillan, Londra, 1964.

A History of Technology, vol., V, Clarendon Press, Oxford, 1966.

HOFFMANN, W., *Wachstum und Wachstumsformen der englischen Industriewirtschaft von 1700 bis zur Gegenwart*, Gustav Fischer, Jena, 1940.

HUNTER, L. C., REID, D., BODAY, I., *Labour Problems of Technological Change*, Londra, 1970.

Implicații social-economice ale progresului tehnic în capitalism, Editura politică, București, 1968.

International Encyclopedia of the Social Sciences, MacMillan, 1968.

JACOB, F., *Logica viului*, Editura enciclopedică română, București, 1972.

JANTSCH, E., *Prognoza tehnologică*, Editura științifică, București, 1972.

JANTSCH, E., *Anwendungen der Theorie dissipativer Strukturen*, in ,,Neue Zürcher Zeitung'', 3.XII.1975.

JANTSCH, E., *Dissipative Strukturen*, în ,,Neue Zürcher Zeitung'', 26.XI.1975.

JEWKES, J., SAWERS, D., STILLERMAN, R., *L'Invention dans l'industrie*, Les éditions d'organisation, Paris, 1966.

JONAS, W., *Die Produktivkräfte on der Geschichte*, vol. I, Berlin (D.D.R.), 1969.

KENDRICH, J., *Tendenții proizvoditelnosti v SŞA*, Statistika, Moscova, 1967.

Key Issues on Applied Economics, Longman, Londra, 1972.

KIESSLIN, R., *Schweisstechnik heute*, în „Neue Zürcher Zeitung", 26.XI.1975.

KINDLEBERGER, P., *Economic Growth in France and Britain*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, 1964.

KLEMM, F., *A History of Western Technology*, New York, 1959.

KORNAI, J., *Anti-equilibrium. Despre teoriile sistemelor economice și sarcinile cercetării*, Editura științifică, București, 1974.

KOTARBINSKI, T., *Tratat despre lucrul bine făcut*, Editura politică, București, 1967.

KRASNASESCHI, V., *Știință, tehnică, umanism*, Editura politică, București, 1975.

KUDROV, V. M., *Prefață la lucrarea Strukturnie izmeneniia v ekonomike SŞA*, Statistika, Moscova, 1974.

KUTTA, F., *Člověk, práce, technika*, Práce, Praga, 1968.

KUZNETS, S., *Population, Capital and Growth*, Norton, New York, 1973.

KUZNETS, S., *Innovations and Adjustments in Economic Growth*, în „The Swedish Journal of Economics", 4/1972.

KUZNETS, S., *Economic Growth of Nations. Total output and Production Structure*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, 1971.

LANDES, D., S., *The Unbound Prometheus, Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Cambridge University Press, 1969.

LANGE, O., *Ekonomia polityczna*, vol. I PWN, Varșovia, 1961, vol. 2, 1966.

LANGE, O., *A Note on Innovations*, în „Review of Economic Studies", feb. 1943, reprodus în Dziela, vol. I, Varșovia, 1972.

LÁSZLO, E.. *The Systems View of the World*, George Braziller, New York.

LEMNIJ, I., *Progresul tehnic și dezvoltarea economică*, Editura Academiei R.S.R., București, 1969 (Bibliotheca oeconomica).

LEMNIJ, I., *Generarea și transferul cunoștințelor în capitalism*, în „Probleme economice", 9/1967.

LEMNIJ, I., *Progresul tehnic și utilizarea resurselor naturale*, în vol: *Implicații social-economice ale progresului tehnic în capitalismul contemporan*, Editura politică, București, 1968.

LEMNIJ, I., *Mecanismul transformărilor revoluționare ale forțelor de producție*, în vol. *Mutații contemporane în știință și tehnică și implicațiile lor*, Editura politică, București, 1973.

LEMNIJ, I., *Dinamica istorică și viitorul resurselor naturale*, în „Revista economică", 9—10/1975.

LEMNIJ, I., *Inconsistența viziunilor pesimiste*, în „Revista economică", 18/1974.

LEROI-GOURHAN, A., *Évolutions et techniques*, Paris, 1943, vol. I, II.

LILLEY, S., *Men, Machines and History*, Lawrence and Wishart, Londra, 1965.

LUDWIG, U., *Aufwand — Nutzen — Analysen in Forschung und Entwicklung*, Akademie-Verlag, Berlin, 1974.

LVOV, D. A., *Ekonomika kacestva produkții*, Ekonomika, Moscova, 1972.

MACHLUP, F., *Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton University Press, Princeton, 1962.

MAMÎKIN, I. P., *Analoghiia v tehniceskom tvorcestve*, Nauka i tehnika, Minsk, 1972.

MANSFIELD, E., *The Economics of Technological Change*, New York, 1968.

MANSFIELD, E., *Industrial Research and Development. Characteristics, Costs and Results*, în „American Economic Review", 1969.

MARE, CĂLINA (coord.), *Știință, filozofie, ideologie*, Editura politică, București, 1974.

MAREȘ, D., CRĂCIUNESCU, V., *Economia cercetării și dezvoltării produselor*, Facla, Timișoara, 1973.

MARX, K., *Scrisoare către Engels*, din 28 ianuarie 1963, în: MARX, ENGELS, *Opere*, vol. 30, p. 282—285, Editura politică, București, 1969.

MARX, K., *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*, Dietz, Berlin, 1953.

MARX, K., ENGELS, FRIEDRICH, *Ideologia germană*, în: *Opere*, vol. 3, Editura politică, București, 1958.

MARX, K., *Teorii asupra plusvalorii*, Editura politică, București, 1959.

MARX, K., *Capitalul*, vol. II, E.S.P.L.P., București, 1958.

MELEȘCENKO, I. S., *Tehnika i zakonomernosti u razvitia*, Lenizdat, 1970.

MILLER, J. G., *Living Systems: Basic Concepts*, în: „Behavioral Science" 3/1965, *Living Systems: Structure and Process*; *Living Systems: Cross-Lead Hypotheses*, în: „Behavioral Science", 4/1965. Traducerea în limba polonă, în „Prakseologia", nr. 34/1969.

MESAROVIĆ, M.; PESTEL, E., *Omenirea la răspîntie*, Editura politică, București, 1975.

MILWARD, A., SAUL, S. B., *The Economic Development of Continental Europa, 1780—1870*, Allen and Unwin, Londra, 1973.

MINDLIN, I. Z., *Loghika konstruirovaniia*, Maşinostroienie, Moscova, 1969.

MOORE, A.D., *Invenţie, descoperire, creativitate*, Editura enciclopedică română, Bucureşti, 1973.

MORGAN, T. H., *Bazele ştiinţifice ale evoluţiei*, Bucureşti, 1938.

MUMFORD, L., *The Myth of the Machine. Technics Human Development*, Harcourt, Bruce, New York. 1966.

MUMFORD, L., *Technique et civilisation*, Ed. du Seuil, Paris, 1950.

MURER, A., *Der Einfluss der Chemiefasern auf der Textilmaschinenbau*, în ,,Neue Zürcher Zeitung'' din 17. XII. 1975.

MURPHY, R., E., *Adaptive Processes in Economic Systems*, Academic Press, New York, Londra, 1965.

Mutaţii contemporane în ştiinţă şi tehnică şi implicaţiile lor, Editura politică, Bucureşti, 1973.

NELSON, R., *The Simple Economics of Basic Scientific Research*, în ,,The Journal of Political Economy", 8/1959.

NELSON, R., PECK, MERTON J., KALACHEK, EDUARD, D., *Technology, Economic Growth and Public Policy*, The Brooking Institution, Washington D. C., 1967.

NICULESCU-MIZIL, E., *Cibernetica şi aplicatiile ei în tehnica şi economia industriei*, Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1973.

OGBURN, W., Z., *Social Change with Respect to Culture and Original Nature*, Allen and Unwin, Londra, 1923.

OHKAWA, K., ROSOVSKY, H., *Japanese Economic Growth. Trend Acceleration in the Twentieth Century*, Stanford University Press, Stanford, 1973.

PARSONS, T., *The Structure of Social Action*, McGraw Hill, New York, 1937.

PAVELESCU, DAN, *Revoluţia tehnică-ştiinţifică, apariţia şi evoluţia tribologiei.* În volumul: *Revoluţia ştiinţifică şi tehnică*, Editura Academiei, Bucureşti, 1974.

PHILLIPS, A., *Technology and Market Structures*, Heath, Lexington, Massachussets, 1971.

PISKOPPEL L. K., *Plasticeskie massi. Mirovoi kapitalisticeskii rînck*, în Mejdunarodnîe otnoşeniia, Moscova, 1966.

POLLARD, S., *The Development of the Britisch Economy, 1914—1950*. Edward Arnold, Londra, 1962.

POPESCU, MARIA, D., *Imperativele noii ordini economice internaţionale, Raţiunea şi strategia coperării*, Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1975.

POSTAN, M.M.. *An Economic History of Europe, 1945—1964*, Metman, Londra, 1967.

RAPAPORT, G., KLUCKHAHN, *A Biological and Cultural Evolution: Some Analogies and Explorations*, în „Behavioral Science", 1/1956, după JAMES G. MILLER, *Systemy zywe*, în „Prakseologia", 34/1969.

RICHTA, R., (sub red.), *Civilizația la răscruce*, Editura politică, București, 1970.

ROBINSON, E.A.G. (Ed.), *Economic Consequence of the Size of Nations*, MacMillan, Londra, 1963.

ROMAN, V., *Știința și marxismul*, Editura enciclopedică română, București, 1973.

ROMAN, V., *Eseuri despre revoluția științifică și tehnică. Concepte, ipoteze, controverse, tendințe și opțiuni*, Ed. politică, București, 1970.

ROMAN, V., *Revoluția industrială în dezvoltarea societății*, Editura științifică, București, 1965.

ROSENBERG, N., *Science, Invention and Economic Growth*, în „Economic Journal", martie, 1974.

ROSTOW, W. W., *The Beginnings of Modern Growth in Europe. A Synthesis*, în „The Journal of Economic History", 3/1973.

SACHSE, H., *Technik und Verantwortung*, Rombach, Freiburg, 1972.

SĂHLEANU, V., *Himia, fizika i matematika jizni*, Naucinoe izd., Buharest, 1969. (Trad. din limba română.)

SĂHLEANU, V., *Știința și filozofia informației*, Editura politică, București, 1972.

SĂHLEANU, V., *Tehnică, antropologie, umanism*, în vol: *Revoluția științifică și tehnică. Studii și comunicări*, Editura Academiei R.S.R., București, 1974.

SALTER, W.E.G., *Productivity Growth and Accumulation as Historical Processes*, în vol. *Economic Development*, McMillan, Londra 1965.

SALTER, W.E.G., *Productivity and Technological Change*, Cambridge University Press, 1966.

SCHMOLLER, G., *Grundriss der allgemeinen Volkswirtschaftslehre*, München Leipzig, Duncker und Humbolt, 1919.

SCHMOOKLER, J. *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, Cambrige, Mass., 1966.

SCUMPETER, J., *Business Cycles*, McGraw Hill, New York, 1939.

SCHWARTZ, E., S., *The Decline of Technology in Modern Civilisation*, Quadrangle Books, Chicago, 1971.

SIMON, H. *Nauka ob iskusstvennom*, Mir, Moscova, 1973. (Trad. din l. engleză).

SIMONDON, G., *Le mode d'existence des objets techniques*, Aubier, Paris, 1958.

SLOAN, A. P. JR., *Mes années à la General Motors*, Hoomes et techiniques, Paris, 1966.

SMITH, A., *Avuția națiunilor*, Editura Academiei București, 1962.

SOLO, R., *The Capacity to assimilate an advanced Technology*, în ,,American Economic Review'', mai 1966.

SOMBART, W., *Der moderne Kapitalismus*, Duncker und Humbolt, München, 1928, vol. I, partea I.

SPENCER, D., WORONIAK, A. (eds), *The Transfer of Technology to Developing Countries*, Praeger Publishers, New York, Washington, Londra, 1967.

TIMOSHENKO, S., I., *History of Strength of Materials*, McGraw Hill, New York, 1953.

URSU, I., *Energia atomică*, Editura științifică, București, 1973.

USHER, A. P., *A History of Mechanical Inventions*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, 1954.

VALENTA, F., *Tvurči aktivita, inovace, efekty*, Svoboda, Praga, 1969.

WAFFENSCHMIDT, W. G., *Technik und Wirtschaft*, Gustav Fischer, Jena, 1928.

WEBER, M., *Wirtschaftsgeschichte*, Berlin, 1958.

WEIZSÄCKER, C., C. VON, *Zur ökonomischen Theorie des technischen Fortschnitts*, Vandentweck und Ruprecht. Göttingen, 1966.

ZAVEALOV, P., *Kapitalisticeskoe mașinostroenie i naucino-tehniceskoie revoliuțiia*, în ,,Mirovaia ekonomika i mejdunarodnie otnoșenia'', 3/1973.

ZVORÎKIN, A.A. ș.a., *Istoriia tehniki*, Soșekghiz, Moscova, 1962.

Colecții de periodice : Era socialistă ; Referativnîi sbornik ekonomika promîșlenosti ; American Machinist ; V.D.I.—Nachrichten ; Neue Zürcher Zeitung ; Prakseologia ; Usine nouvelle ; Revista economică.

Cuprinsul

Loi 10

Bogata erudiţie secondată de o putere de generalizare şi abstractizare adecvată permit autorului să surprindă caracterul dialectic al evoluţiei sistemului complex al forţelor de producţie şi să ofere cititorului o imagine densă a procesului istoric de creştere cantitativă şi calitativă a acestora.

Lei 10

Caracterul genetic al progresului tehnic și eficiența sa. Roata ca sistem tehnic dominant milenar. Creșterea vitezei de desfășurare a proceselor, ca bază tehnologică a economisirii muncii sociale. Economia relativă de timp, spațiu, substanță, energie și informație. Progresul tehnic — progres al comenzii. Principiul concentrării în tehnică. Reglarea tehnologiei. Informație, producție, consum, creștere. Informație și acumulare. Economiile dimensionale și varietatea necesară de procese și produse. Progresul tehnic și caracterul muncii.

